

S04P1155W000

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-266501

(P 2 0 0 1 - 2 6 6 5 0 1 A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
G11B 20/14	341	G11B 20/14	341 A 5D044
20/10	301	20/10	301 Z 5J065
20/18	534	20/18	534 Z
	542		542 C
H03M 7/14		H03M 7/14	B

審査請求 未請求 請求項の数92 O L (全35頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-87129 (P 2000-87129)

(22) 出願日 平成12年3月23日 (2000.3.23)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 宮内 俊之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

一株式会社内

(72) 発明者 服部 雅之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

一株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

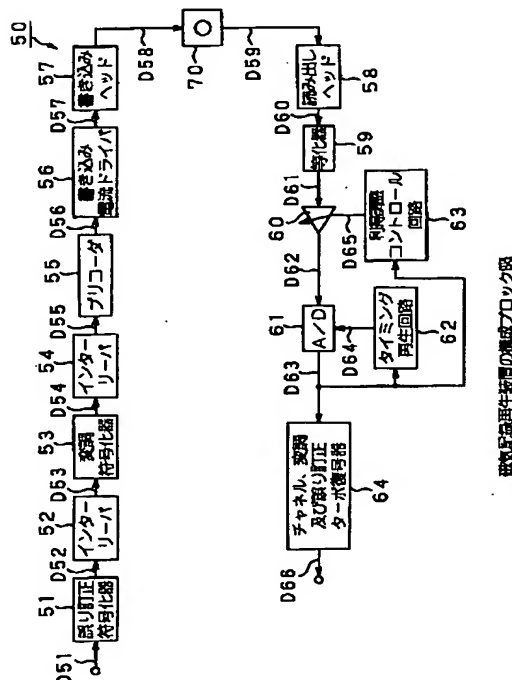
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ記録装置及びデータ記録方法、データ再生装置及びデータ再生方法、並びに、データ記録再生装置及びデータ記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】 高性能の符号化及び高効率の復号を実現して復号誤り率を低下する。

【解決手段】 磁気記録再生装置50は、記録系において、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化器51と、この誤り訂正符号化器51から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替えるインターリーバ52と、このインターリーバ52から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化器53と、この変調符号化器53から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替えるインターリーバ54とを備える。また、磁気記録再生装置50は、再生系において、少なくとも、入力したデータを復号する誤り訂正軟復号器と変調復号器とを2つのデインターリーバ及び2つのインターリーバを介して接続して構成されるチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器64を備える。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体に対してデータを記録するデータ記録装置であって、

入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、

上記誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、

上記第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、

上記変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備えることを特徴とするデータ記録装置。

【請求項 2】 上記第 2 の攪拌手段から供給されたデータに対してチャネル特性を補償するフィルタリングを施すプリコード手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載のデータ記録装置。

【請求項 3】 上記第 1 の攪拌手段は、上記誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータをビット単位で攪拌することを特徴とする請求項 1 記載のデータ記録装置。

【請求項 4】 上記変調符号化手段は、上記第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して制約条件にしたがって符号化を行うことを特徴とする請求項 1 記載のデータ記録装置。

【請求項 5】 上記第 2 の攪拌手段は、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータを上記制約条件を満たすように攪拌することを特徴とする請求項 4 記載のデータ記録装置。

【請求項 6】 上記変調符号化手段は、上記第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対してブロック変調による符号化を行うことを特徴とする請求項 4 記載のデータ記録装置。

【請求項 7】 上記第 2 の攪拌手段は、上記変調符号化手段によりブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項 6 記載のデータ記録装置。

【請求項 8】 上記変調符号化手段は、上記第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して上記制約条件に対応するトレリスにしたがって符号化を行うことを特徴とする請求項 4 記載のデータ記録装置。

【請求項 9】 上記第 2 の攪拌手段は、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項 8 記載のデータ記録装置。

【請求項 10】 上記記録媒体は、磁気、光又は光磁気記録方式によりデータが記録されるものであることを特徴とする請求項 1 記載のデータ記録装置。

【請求項 11】 記録媒体に対してデータを記録するデータ記録方法であって、

入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正

符号化工程と、

上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌工程と、

上記第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、

上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌工程とを備えることを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 12】 上記第 2 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対してチャネル特性を補償するフィルタリングを施すプリコード工程を備えることを特徴とする請求項 11 記載のデータ記録方法。

【請求項 13】 上記第 1 の攪拌工程では、上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータをビット単位で攪拌することを特徴とする請求項 11 記載のデータ記録方法。

【請求項 14】 上記変調符号化工程では、上記第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して制約条件にしたがって符号化を行うことを特徴とする請求項 11 記載のデータ記録方法。

【請求項 15】 上記第 2 の攪拌工程では、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータを上記制約条件を満たすように攪拌することを特徴とする請求項 14 記載のデータ記録方法。

【請求項 16】 上記変調符号化工程では、上記第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対してブロック変調による符号化を行うことを特徴とする請求項 14 記載のデータ記録方法。

【請求項 17】 上記第 2 の攪拌工程では、上記変調符号化工程にてブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項 16 記載のデータ記録方法。

【請求項 18】 上記変調符号化工程では、上記第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して上記制約条件に対応するトレリスにしたがって符号化を行うことを特徴とする請求項 14 記載のデータ記録方法。

【請求項 19】 上記第 2 の攪拌工程では、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項 18 記載のデータ記録方法。

【請求項 20】 上記記録媒体として、磁気、光又は光磁気記録方式によりデータが記録されるものを用いることを特徴とする請求項 11 記載のデータ記録方法。

【請求項 21】 入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、上記誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、上記第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、上記変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備え、記録媒体

に対してデータを記録する記録機器により記録されたデータを再生するデータ再生装置であって、上記第2の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌手段と、

上記第1の逆攪拌手段から供給されたデータを変調復号する変調復号手段と、上記第2の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、上記変調復号手段から出力されたデータと上記第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌手段と、

上記第1の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、上記誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌手段と、

上記第2の逆攪拌手段から供給されたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号手段と、

上記第1の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、上記誤り訂正復号手段から出力されたデータと上記第2の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌手段とを備えることを特徴とするデータ再生装置。

【請求項22】 上記記録機器は、上記第2の攪拌手段から供給されたデータに対してチャネル特性を補償するフィルタリングを施すプリコード手段を備えており、チャネル応答に対する復号を行うチャネル復号手段を備えることを特徴とする請求項21記載のデータ再生装置。

【請求項23】 上記チャネル復号手段は、軟入力信号を入力し、軟出力復号を行うことを特徴とする請求項22記載のデータ再生装置。

【請求項24】 上記チャネル復号手段は、軟入力信号を入力し、チャネル応答に対応するトレリスに基づいて軟出力復号を行うことを特徴とする請求項22記載のデータ再生装置。

【請求項25】 上記第1の逆攪拌手段は、上記チャネル復号手段により復号がなされたデータと上記第3の攪拌手段により並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、

上記第2の逆攪拌手段は、上記変調復号手段により復号がなされたデータと上記第4の攪拌手段により並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、

上記誤り訂正復号手段と上記変調復号手段と上記チャネル復号手段との間で繰り返し復号を行うことを特徴とする請求項23記載のデータ再生装置。

【請求項26】 上記変調復号手段は、軟入力信号を入力するとともに、軟出力信号を出力することを特徴とする請求項21記載のデータ再生装置。

【請求項27】 上記変調符号化手段は、上記第1の攪拌手段から供給されたデータに対して制約条件にしたがって符号化を行うものであり、

上記変調復号手段は、上記制約条件に対応した復号を行うことを特徴とする請求項21記載のデータ再生装置。

【請求項28】 上記第2の攪拌手段は、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータを上記制約条件を満たすように攪拌するものであることを特徴とする請求項27記載のデータ再生装置。

【請求項29】 上記変調符号化手段は、上記第1の攪拌手段から供給されたデータに対してブロック変調による符号化を行うものであることを特徴とする請求項27記載のデータ再生装置。

【請求項30】 上記変調復号手段は、上記変調符号化手段から出力される各出力符号語に対して設けられ、上記各出力符号語の尤度値を算出する尤度算出手段を有し、

上記尤度算出手段により算出された尤度値を用いて、上記変調符号化手段に入力された入力ビット及び上記変調符号化手段から出力された出力ビットに対する軟判定値である事後確率情報を求めることを特徴とする請求項29記載のデータ再生装置。

【請求項31】 上記変調復号手段は、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項29記載のデータ再生装置。

【請求項32】 上記第2の攪拌手段は、上記変調符号化手段によりブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位で攪拌するものであり、上記第1の逆攪拌手段は、入力したデータを上記変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第3の攪拌手段は、上記変調復号手段から出力されたデータと上記第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータを上記変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項29記載のデータ再生装置。

【請求項33】 上記変調符号化手段は、上記第1の攪拌手段から供給されたデータに対して上記制約条件に対応するトレリスにしたがって符号化を行うものであり、上記変調復号手段は、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項27記載のデータ再生装置。

【請求項34】 上記第2の攪拌手段は、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌するものであり、上記第1の逆攪拌手段は、入力したデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第3の攪拌手段は、上記変調復号手段から出力されたデータと上記第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項33

記載のデータ再生装置。

【請求項 35】 上記変調復号手段は、BCJR アルゴリズム又は SOVA アルゴリズムに基づく軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 26 記載のデータ再生装置。

【請求項 36】 上記誤り訂正復号手段は、軟入力信号を入力し、入力した軟入力信号に対して誤り訂正符号の軟復号を行うことを特徴とする請求項 21 記載のデータ再生装置。

【請求項 37】 上記第 1 の撹拌手段は、上記誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータをビット単位で撹拌するものであり、

上記第 2 の逆撹拌手段は、入力したデータを上記ビット単位で撹拌し、

上記第 4 の撹拌手段は、上記誤り訂正復号手段から出力されたデータと上記第 2 の逆撹拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータ上記ビット単位で撹拌することを特徴とする請求項 21 記載のデータ再生装置。

【請求項 38】 上記記録媒体は、磁気、光又は光磁気記録方式によりデータが記録されるものであることを特徴とする請求項 21 記載のデータ再生装置。

【請求項 39】 入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を撹拌して並べ替える第 1 の撹拌工程と、上記第 1 の撹拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を撹拌して並べ替える第 2 の撹拌工程とを備え、記録媒体に対してデータを記録する記録方法により記録されたデータを再生するデータ再生方法であって、

上記第 2 の撹拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を撹拌して並べ替える第 1 の逆撹拌工程と、

上記第 1 の逆撹拌工程にて並べ替えられたデータを変調復号する変調復号工程と、

上記第 2 の撹拌工程と同一の撹拌位置情報に基づいて、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第 1 の逆撹拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を撹拌して並べ替える第 3 の撹拌工程と、

上記第 1 の撹拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を撹拌して並べ替える第 2 の逆撹拌工程と、

上記第 2 の逆撹拌工程にて並べ替えられたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号工程と、

上記第 1 の撹拌工程と同一の撹拌位置情報に基づいて、

上記誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと上記第 2 の逆撹拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を撹拌して並べ替える第 4 の撹拌工程とを備えることを特徴とするデータ再生方法。

【請求項 40】 上記記録方法は、上記第 2 の撹拌工程にて並べ替えられたデータに対してチャネル特性を補償するフィルタリングを施すプリコード工程を備えており、

チャネル応答に対する復号を行うチャネル復号工程を備えることを特徴とする請求項 39 記載のデータ再生方法。

【請求項 41】 上記チャネル復号工程では、軟入力信号を入力し、軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 40 記載のデータ再生方法。

【請求項 42】 上記チャネル復号工程では、軟入力信号を入力し、チャネル応答に対応するトレリスに基づいて軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 40 記載のデータ再生方法。

【請求項 43】 上記第 1 の逆撹拌工程では、上記チャネル復号工程にて復号がなされたデータと上記第 3 の撹拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を撹拌して並べ替え、

上記第 2 の逆撹拌工程では、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第 4 の撹拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を撹拌して並べ替え、

上記誤り訂正復号工程と上記変調復号工程と上記チャネル復号工程との間で繰り返し復号を行うことを特徴とする請求項 41 記載のデータ再生方法。

【請求項 44】 上記変調復号工程では、軟入力信号を入力するとともに、軟出力信号を出力することを特徴とする請求項 39 記載のデータ再生方法。

【請求項 45】 上記変調符号化工程では、上記第 1 の撹拌工程にて並べ替えられたデータに対して制約条件にしたがって符号化を行っており、

上記変調復号工程では、上記制約条件に対応した復号を行うことを特徴とする請求項 39 記載のデータ再生方法。

【請求項 46】 上記第 2 の撹拌工程では、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータを上記制約条件を満たすように撹拌していることを特徴とする請求項 45 記載のデータ再生方法。

【請求項 47】 上記変調符号化工程では、上記第 1 の撹拌工程にて並べ替えられたデータに対してブロック変調による符号化を行っていることを特徴とする請求項 45 記載のデータ再生方法。

【請求項 48】 上記変調復号工程は、上記変調符号化工程にて生成されて出力される各出力符号語の尤度値を算出する尤度算出工程を有し、

上記変調復号工程では、上記尤度算出工程にて算出され

た尤度値を用いて、上記変調符号化工程にて入力された入力ビット及び上記変調符号化工程にて生成されて出力された出力ビットに対する軟判定値である事後確率情報を求めることを特徴とする請求項 47 記載のデータ再生方法。

【請求項 49】 上記変調復号工程では、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項 47 記載のデータ再生方法。

【請求項 50】 上記第 2 の攪拌工程では、上記変調符号化工程にてブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位で攪拌しており、上記第 1 の逆攪拌工程では、入力したデータを上記変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第 3 の攪拌工程では、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第 1 の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータを上記変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項 47 記載のデータ再生方法。

【請求項 51】 上記変調符号化工程では、上記第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して上記制約条件に対応するトレリスにしたがって符号化を行っており、

上記変調復号工程では、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項 45 記載のデータ再生方法。

【請求項 52】 上記第 2 の攪拌工程では、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌しており、

上記第 1 の逆攪拌工程では、入力したデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第 3 の攪拌工程では、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第 1 の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項 51 記載のデータ再生方法。

【請求項 53】 上記変調復号工程では、BCJR アルゴリズム又は SOVA アルゴリズムに基づく軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 44 記載のデータ再生方法。

【請求項 54】 上記誤り訂正復号工程では、軟入力の信号を入力し、入力した軟入力の信号に対して誤り訂正符号の軟復号を行うことを特徴とする請求項 39 記載のデータ再生方法。

【請求項 55】 上記第 1 の攪拌工程では、上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータをビット単位で攪拌しており、

上記第 2 の逆攪拌工程では、入力したデータを上記ビット単位で攪拌し、

上記第 4 の攪拌工程では、上記誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと上記第 2 の逆攪拌工程にて並べ替

えられたデータとの差分値で与えられるデータ上記ビット単位で攪拌することを特徴とする請求項 39 記載のデータ再生方法。

【請求項 56】 上記記録媒体として、磁気、光又は光磁気記録方式によりデータが記録されるものを用いることを特徴とする請求項 39 記載のデータ再生方法。

【請求項 57】 記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生装置であって、

上記記録媒体に対してデータを記録する記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、

上記誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、

上記第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、

上記変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備え、

上記記録媒体に記録されているデータを再生する再生系として、

上記第 2 の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の逆攪拌手段と、

上記第 1 の逆攪拌手段から供給されたデータを変調復号する変調復号手段と、

上記第 2 の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、上記変調復号手段から出力されたデータと上記第 1 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第 3 の攪拌手段と、

上記第 1 の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、上記誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の逆攪拌手段と、

上記第 2 の逆攪拌手段から供給されたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号手段と、

上記第 1 の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、上記誤り訂正復号手段から出力されたデータと上記第 2 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第 4 の攪拌手段とを備えることを特徴とするデータ記録再生装置。

【請求項 58】 上記記録系は、上記第 2 の攪拌手段から供給されたデータに対してチャネル特性を補償するフィルタリングを施すプリコード手段を備え、

上記再生系は、チャネル応答に対する復号を行うチャネル復号手段を備えることを特徴とする請求項 57 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 59】 上記チャネル復号手段は、軟入力の信号を入力し、軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 58 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 60】 上記チャネル復号手段は、軟入力の信

号を入力し、チャネル応答に対応するトレリスに基づいて軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 5 8 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 1】 上記第 1 の逆撹拌手段は、上記チャネル復号手段により復号がなされたデータと上記第 3 の撹拌手段により並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を撹拌して並べ替え、

上記第 2 の逆撹拌手段は、上記変調復号手段により復号がなされたデータと上記第 4 の撹拌手段により並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を撹拌して並べ替え、

上記誤り訂正復号手段と上記変調復号手段と上記チャネル復号手段との間で繰り返し復号を行うことを特徴とする請求項 5 9 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 2】 上記変調復号手段は、軟入力信号を入力するとともに、軟出力信号を出力することを特徴とする請求項 5 7 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 3】 上記変調符号化手段は、上記第 1 の撹拌手段から供給されたデータに対して制約条件にしたがって符号化を行い、

上記変調復号手段は、上記制約条件に対応した復号を行うことを特徴とする請求項 5 7 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 4】 上記第 2 の撹拌手段は、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータを上記制約条件を満たすように撹拌することを特徴とする請求項 6 3 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 5】 上記変調符号化手段は、上記第 1 の撹拌手段から供給されたデータに対してブロック変調による符号化を行うことを特徴とする請求項 6 3 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 6】 上記変調復号手段は、上記変調符号化手段から出力される各出力符号語に対して設けられ、上記各出力符号語の尤度値を算出する尤度算出手段を有し、

上記尤度算出手段により算出された尤度値を用いて、上記変調符号化手段に入力された入力ビット及び上記変調符号化手段から出力された出力ビットに対する軟判定値である事後確率情報を求めることを特徴とする請求項 6 5 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 7】 上記変調復号手段は、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項 6 5 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 8】 上記第 2 の撹拌手段は、上記変調符号化手段によりブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位で撹拌し、

上記第 1 の逆撹拌手段は、入力したデータを上記変調符号ブロック単位で撹拌し、

上記第 3 の撹拌手段は、上記変調復号手段から出力されたデータと上記第 1 の逆撹拌手段から出力されたデータ

との差分値で与えられるデータを上記変調符号ブロック単位で撹拌することを特徴とする請求項 6 5 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 6 9】 上記変調符号化手段は、上記第 1 の撹拌手段から供給されたデータに対して上記制約条件に対応するトレリスにしたがって符号化を行い、

上記変調復号手段は、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項 6 3 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 7 0】 上記第 2 の撹拌手段は、上記変調符号化手段により符号化がなされたデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で撹拌し、

上記第 1 の逆撹拌手段は、入力したデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で撹拌し、

上記第 3 の撹拌手段は、上記変調復号手段から出力されたデータと上記第 1 の逆撹拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で撹拌することを特徴とする請求項 6 9 記載のデータ記録再生装置。

20 【請求項 7 1】 上記変調復号手段は、BCJR アルゴリズム又は SOVA アルゴリズムに基づく軟出力復号を行うことを特徴とする請求項 6 2 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 7 2】 上記誤り訂正復号手段は、軟入力信号を入力し、入力した軟入力信号に対して誤り訂正符号の軟復号を行うことを特徴とする請求項 5 7 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 7 3】 上記第 1 の撹拌手段は、上記誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータをビット単位で撹拌し、

上記第 2 の逆撹拌手段は、入力したデータを上記ビット単位で撹拌し、

上記第 4 の撹拌手段は、上記誤り訂正復号手段から出力されたデータと上記第 2 の逆撹拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータ上記ビット単位で撹拌することを特徴とする請求項 5 7 記載のデータ記録再生装置。

40 【請求項 7 4】 上記記録媒体は、磁気、光又は光磁気記録方式によりデータが記録されるものであることを特徴とする請求項 5 7 記載のデータ記録再生装置。

【請求項 7 5】 記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生方法であって、

上記記録媒体に対してデータを記録する記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、

上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を撹拌して並べ替える第 1 の撹拌工程と、

上記第 1 の撹拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、

50 上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序

を攪拌して並べ替える第2の攪拌工程とを備え、
上記記録媒体に記録されているデータを再生する再生系として、

上記第2の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌工程と、

上記第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータを変調復号する変調復号工程と、

上記第2の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、
上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌工程と、

上記第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌工程と、

上記第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号工程と、

上記第1の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、
上記誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと上記第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌工程とを備えることを特徴とするデータ記録再生方法。

【請求項76】 上記記録系は、上記第2の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対してチャネル特性を補償するフィルタリングを施すブリコード工程を備え、

上記再生系は、チャネル応答に対する復号を行うチャネル復号工程を備えることを特徴とする請求項75記載のデータ記録再生方法。

【請求項77】 上記チャネル復号工程では、軟入力信号を入力し、軟出力復号を行うことを特徴とする請求項76記載のデータ記録再生方法。

【請求項78】 上記チャネル復号工程では、軟入力信号を入力し、チャネル応答に対応するトレリスに基づいて軟出力復号を行うことを特徴とする請求項76記載のデータ記録再生方法。

【請求項79】 上記第1の逆攪拌工程では、上記チャネル復号工程にて復号がなされたデータと上記第3の攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、

上記第2の逆攪拌工程では、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第4の攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、

上記誤り訂正復号工程と上記変調復号工程と上記チャネル復号工程との間で繰り返し復号を行うことを特徴とする請求項77記載のデータ記録再生方法。

【請求項80】 上記変調復号工程では、軟入力信号を入力するとともに、軟出力信号を出力することを特徴とする請求項75記載のデータ記録再生方法。

【請求項81】 上記変調符号化工程では、上記第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して制約条件にしたがって符号化を行い、

上記変調復号工程では、上記制約条件に対応した復号を行うことを特徴とする請求項75記載のデータ記録再生方法。

【請求項82】 上記第2の攪拌工程では、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータを上記制約条件を満たすように攪拌することを特徴とする請求項81記載のデータ記録再生方法。

【請求項83】 上記変調符号化工程では、上記第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対してブロック変調による符号化を行うことを特徴とする請求項81記載のデータ記録再生方法。

【請求項84】 上記変調復号工程は、上記変調符号化工程にて生成されて出力される各出力符号語の尤度値を算出する尤度算出工程を有し、

上記変調復号工程では、上記尤度算出工程にて算出された尤度値を用いて、上記変調符号化工程にて入力された入力ビット及び上記変調符号化工程にて生成されて出力された出力ビットに対する軟判定値である事後確率情報を求めることを特徴とする請求項83記載のデータ記録再生方法。

【請求項85】 上記変調復号工程では、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項83記載のデータ記録再生方法。

【請求項86】 上記第2の攪拌工程では、上記変調符号化工程にてブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第1の逆攪拌工程では、入力したデータを上記変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第3の攪拌工程では、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータを上記変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項83記載のデータ記録再生方法。

【請求項87】 上記変調符号化工程では、上記第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して上記制約条件に対応するトレリスにしたがって符号化を行い、

上記変調復号工程では、上記制約条件に対応するトレリスに基づいて復号を行うことを特徴とする請求項81記載のデータ記録再生方法。

【請求項88】 上記第2の攪拌工程では、上記変調符号化工程にて符号化がなされたデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌し、

上記第1の逆攪拌工程では、入力したデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌し、

10

20

30

40

50

上記第3の攪拌工程では、上記変調復号工程にて復号がなされたデータと上記第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータを上記トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌することを特徴とする請求項87記載のデータ記録再生方法。

【請求項89】 上記変調復号工程では、BCJRアルゴリズム又はSOVAアルゴリズムに基づく軟出力復号を行うことを特徴とする請求項80記載のデータ記録再生方法。

【請求項90】 上記誤り訂正復号工程では、軟入力10の信号を入力し、入力した軟入力の信号に対して誤り訂正符号の軟復号を行うことを特徴とする請求項75記載のデータ記録再生方法。

【請求項91】 上記第1の攪拌工程では、上記誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータをビット単位で攪拌し、

上記第2の逆攪拌工程では、入力したデータを上記ビット単位で攪拌し、

上記第4の攪拌工程では、上記誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと上記第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータ上記ビット単位で攪拌することを特徴とする請求項75記載のデータ記録再生方法。

【請求項92】 上記記録媒体として、磁気、光又は光磁気記録方式によりデータが記録されるものを用いることを特徴とする請求項75記載のデータ記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、記録媒体に対してデータを記録するデータ記録装置及びデータ記録方法、記録媒体に記録されているデータを再生するデータ再生装置及びデータ再生方法、並びに、記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生装置及びデータ記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、デジタルデータを記録する記録媒体として、ハードディスクやいわゆるDVCR (Digital Video Cassette Recorder)、いわゆるCD (Compact Disc) やDVD (Digital Versatile Disk)、及びいわゆるMO (Magnet Optical) 等の磁気、光及び光磁気記録方式による各種記録媒体が広く知られている。

【0003】 これらの記録媒体に対して信号を記録するためには、例えば、磁気記録方式による記録媒体に対しては書き込みヘッドにより磁化方向を制御したり、光記録方式による記録媒体に対してはスタンプにより信号に応じた長さのビットを形成するといったように、記録媒体に対して物理的な処理を施す必要がある。その際、記録媒体に記録された信号を読み出す再生側での読み出し信号の振幅制御やクロック再生が正常に動作するよう

に、記録媒体に対して信号を記録する記録側では、通常、予め信号に対して所定の変調符号化を施し、記録媒体に対して信号を記録する方式が用いられる。

【0004】 この変調符号化を行う変調符号化器は、一般に、各種制限のないバイナリ信号を入力し、各種制限が加えられたバイナリ信号を出力する。ここで、信号に対する制限としては、例えば、符号における“0”，“1”の個数が十分長い範囲で均等になるような制限であるDC free制限や、符号において連続する“0”の個数の最小値及び最大値が、それぞれ、 d 個及び k 個となる制限である(d, k)制限等がある。(d, k)制限の概念を具体的に説明するために、(d, k) = (2, 7) 制限を満たす符号を出力する変調符号化器における入出力例を示すと、図15に示すようになる。すなわち、(d, k) = (2, 7) 制限を満たす符号を出力する変調符号化器150は、制限が加えられていない入力信号を入力すると、この入力信号に変調符号化を施し、連続する“0”の個数の最小値が2個、最大値が7個であるような出力信号を生成して出力する。

【0005】 このように、制限のない系列を制限のある系列に変換する場合には、入力ビットの総数よりも出力ビットの総数が多くなる。ここで、入力ビットの総数を K 、出力ビットの総数を N と表すものとする、通常、 K/N を符号化率 R として表す。この符号化率 R は、変調符号化の効率を表す指標値となるものであり、同じ制限を満たす出力信号を生成する変調符号化器を比較した場合には、符号化率 R が高い変調符号化器は、符号化率 R が低い変調符号化器よりも、一定の出力ビットに対して多くの入力ビットを符号化できることを示す。換言すれば、符号化率 R が高い変調符号化器は、符号化率 R が低い変調符号化器よりも、定められた記録媒体に対して多くの情報を記録できる。

【0006】 また、変調符号化には、入力ビットを所定の長さのブロックに区切り、各ブロックに対応する所定の長さのブロックに区切られた出力ビットを生成するブロック符号化方式と、入力ビットとこの入力ビットに対応する出力ビットの符号化単位が変動する可変長符号化方式とがある。例えば、変調符号化として通常用いられているいわゆる8/9符号や16/17符号はブロック符号化方式に属するものであり、いわゆる(1, 7) RLL符号や(2, 7) RLL符号は可変長符号化方式に属するものである。

【0007】 例えば、入力ビットとして2ビットの信号を入力し、(d, k) = (0, 2) 制限を満たす3ビットの出力ビットを生成するブロック変調符号化方式の場合、変調符号化器は、次表1に示すような変換テーブルを図示しないメモリ等に格納しており、この変換テーブルを参照することによって、2ビットの入力ビットに対応する3ビットの出力ビットを求め、逐次出力する。

【0008】

15

【表 1】

表 1 変換テーブルの一例

入力ビット	出力ビット
00	011
01	101
10	111
11	110

【0009】一方、変調符号化された信号を変調復号する変調復号器は、表 1 に示した変換テーブルに対応する表 2 に示すような逆変換テーブルを図示しないメモリ等に格納しており、この逆変換テーブルを参照することによって、3 ビットの入力ビットに対応する 2 ビットの復号ビットを求め、逐次出力する。

【0010】

【表 2】

表 2 逆変換テーブルの一例

入力ビット	復号ビット
000	01
001	00
010	10
011	00
100	11
101	01
110	11
111	10

$$b_0 = (a_1 \& a_2) \mid (a_0 \& !a_1 \& !a_2) \mid (!a_0 \& a_1 \& !a_2)$$

$$b_1 = (a_0 \& !a_1) \mid (!a_0 \& !a_1 \& !a_2) \mid (a_0 \& a_1 \& !a_2)$$

... (1)

【0014】このような変調符号化器及び変調復号器を、磁気記録方式による記録媒体に対するデータの記録及び再生を行う磁気記録再生装置に適用した場合、この磁気記録再生装置は、図 18 に示すように構成される。

【0015】すなわち、同図に示す磁気記録再生装置 200 は、データを記録媒体 250 に記録するための記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化器 201 と、入力したデータに対して変調符号化を施す変調符号化器 202 と、入力したデータに対してチャネル特性を補償するようなフィルタリングを施すプリコード 203 と、入力したデータの各ビットを書き込み電流値に変換する書き込み電流ドライバ 204 と、記録媒体 250 に対してデータを記録するための書き込みヘッド 205 とを備える。また、磁気記録再

16

【0011】変調復号器としては、例えば図 16 に示すものがある。この変調復号器 160 は、少なくとも ROM (Read Only Memory) 161 を備える。変調復号器 160 は、入力アドレス信号 D161 を入力し、この入力アドレス信号 D161 で与えられる ROM 161 におけるアドレスに格納されている内容を変調復号信号 D162 として出力する。実際には、変調復号器 160 は、表 2 に示した逆変換テーブルにしたがって入力ビットから復号ビットへの逆変換を行う場合には、表 2 における入力ビットに対応する ROM 161 のアドレスに復号ビットの内容が格納されており、このアドレスに格納されている復号ビットを読み出すことによって、逆変換を行う。

【0012】また、変調復号器としては、例えば図 17 に示すものがある。この変調復号器 170 は、少なくとも組み合わせ回路 171 を備える。変調復号器 170 は、入力信号 D171 を入力し、組み合わせ回路 171 により入力信号 D171 に対する論理演算を行い、変調復号信号 D172 を生成する。実際には、変調復号器 170 は、表 2 に示した逆変換テーブルにしたがって入力ビットから復号ビットへの逆変換を行う場合には、3 ビットの入力信号 D171 を (a_0, a_1, a_2) 、2 ビットの変調復号信号 D172 を (b_0, b_1) と表すと、出力ビットである (b_0, b_1) を、次式 (1) に示すような論理式に対応する組み合わせ回路 171 により生成する。なお、同式において、“|” は論理和を表し、“&” は論理積を表し、“!” は論理否定を表す。

【0013】

【数 1】

生装置 200 は、記録媒体 250 に記録されているデータを再生するための再生系として、記録媒体 250 に記録されているデータを読み出すための読み出しヘッド 206 と、入力したデータを等化する等化器 207 と、入力したデータの利得を調整する利得調整回路 208 と、アナログデータをデジタルデータに変換するアナログ-デジタル変換器 (以下、A/D と記す。) 209 と、クロックを再生するタイミング再生回路 210 と、利得調整回路 208 を制御する利得調整コントロール回路 211 と、入力したデータに対していわゆるビタビ復号を施すビタビ復号器 212 と、入力したデータに対して変調復号を施す変調復号器 213 と、入力したデータに対して誤り訂正復号を施す誤り訂正復号器 214 とを備える。

17

【0016】このような磁気記録再生装置200は、記録媒体250に対してデータを記録する場合には、次に示すような処理を行う。

【0017】まず、磁気記録再生装置200は、入力データD201を入力すると、この入力データD201に対して、誤り訂正符号化器201により誤り訂正符号化を施し、誤り訂正符号化データD202を生成する。

【0018】次に、磁気記録再生装置200は、変調符号化器202によって、誤り訂正符号化器201から供給された誤り訂正符号化データD202に対して変調符号化を施し、制限が加えられた系列である変調符号化データD203を生成する。

$$F = 1/(1 \oplus D) \quad (\oplus \text{ は、排他的論理和}) \quad \dots (2)$$

【0021】次に、磁気記録再生装置200は、書き込み電流ドライバ204によって、プリコード203から供給されたバイナリ信号であるプリコード信号D204に対して、 $0 \rightarrow -I$ 、 $1 \rightarrow +I$ とするように、各ビットを書き込み電流値Iに変換し、書き込み電流信号D205を生成する。

【0022】そして、磁気記録再生装置200は、書き込みヘッド205によって、書き込み電流ドライバ204から供給された書き込み電流信号D205に応じた書き込み磁化信号D206を記録媒体250に対して与える。

【0023】磁気記録再生装置200は、このような処理を行うことによって、記録媒体250に対してデータを記録することができる。

【0024】一方、記録媒体250に記録されているデータを再生する場合には、磁気記録再生装置200は、次に示すような処理を行う。

【0025】まず、磁気記録再生装置200は、読み出しヘッド206によって、記録媒体250から読み出し磁化信号D207を読み出し、この読み出し磁化信号D207に応じた読み出し電流信号D208を生成する。

【0026】次に、磁気記録再生装置200は、等化器207によって、読み出しヘッド206から供給された読み出し電流信号D208に対して、記録系における記録媒体250へのデータの書き込みから当該等化器207における出力までのチャンネル応答が所定の特性、例えば1-Dとなるように等化を行い、等化信号D209を生成する。

【0027】次に、磁気記録再生装置200は、利得調

$$R_{\text{eq}} = (1-D)/(1 \oplus D) \quad (\oplus \text{ は、排他的論理和}) \quad \dots (3)$$

【0031】次に、磁気記録再生装置200は、変調復号器213によって、ビタビ復号器212から供給されたビタビ復号信号D214に対して変調復号を施し、記録系における変調符号化器202とは逆のデータの対応付けを図り、制限のある一定長の系列から、制限のない

18

【0019】次に、磁気記録再生装置200は、プリコード203によって、変調符号化器202から供給された変調符号化データD203に対して、記録媒体250へのデータの書き込みから再生系における等化器207における出力までのチャンネル特性を補償するようなフィルタリングを施し、プリコード信号D204を生成する。例えば、プリコード203は、チャンネルが1-Dの特性を有する場合には、次式(2)で表されるフィルタリングFを施す。

【0020】

【数2】

整回路208によって、利得調整コントロール回路211から供給される利得調整コントロール信号D213に基づいて、等化器207から供給された等化信号D209の利得を調整し、利得調整信号D210を生成する。なお、利得調整コントロール信号D213は、利得調整コントロール回路211によって、後述するデジタルチャンネル信号D211に基づいて生成されるものであり、等化信号D209の振幅を期待される値に保つための制御信号である。

【0028】次に、磁気記録再生装置200は、A/D209によって、利得調整回路208から供給された利得調整信号D210をデジタル化し、デジタルチャンネル信号D211を生成する。なお、このとき、A/D209は、タイミング再生回路210により生成されて供給されるクロック信号D212に基づいてサンプリングを行う。このタイミング再生回路210は、デジタルチャンネル信号D211を入力し、クロックを再生して得られたクロック信号D212をA/D209に供給する。

【0029】次に、磁気記録再生装置200は、A/D209から供給されるデジタルチャンネル信号D211をビタビ復号器212に入力し、このビタビ復号器212によって、記録系におけるプリコード203の前段から再生系における等化器207における出力までのチャンネル応答、例えば次式(3)で表されるチャンネル応答R_{eq}に対してビタビ復号を行い、ビタビ復号信号D214を生成する。

【0030】

【数3】

元の入力データ系列である変調復号信号D215を生成する。

【0032】そして、磁気記録再生装置200は、誤り訂正復号器214によって、変調復号器213から供給された変調復号信号D215に対して誤り訂正符号の復

50

号を行い、出力データ D 2 1 6 を生成する。

【0033】磁気記録再生装置 200 は、このような処理を行うことによって、記録媒体 250 に記録されているデータを再生することができる。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の磁気記録再生装置 200 においては、再生系における変調復号器 213 が変調符号化器 202 による変調符号化とは逆のバイナリ信号間の対応付けを行う機能しか有しておらず、変調復号器 213 に対する入出力ともバイナリ信号である必要があることから、ピタビ復号器 212 よりも後段における信号は、全てバイナリ信号であった。

【0035】換言すれば、磁気記録再生装置 200 においては、変調復号器 213 の前段でバイナリ信号を生成するとともに、変調復号器 213 の後段でもバイナリ信号を処理する必要があった。

【0036】したがって、磁気記録再生装置 200 においては、2 値のバイナリ信号を用いる必要から、信号に含まれる情報量を故意に削減することになり、効率のよい復号処理ができず、結果として復号誤り率を劣化させる原因となっていた。

【0037】本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、高性能の符号化を行って、効率のよい復号処理を再生系に行わせ、復号誤り率を大幅に低下させることができるデータ記録装置及びデータ記録方法、効率のよい復号処理を行い、復号誤り率を低下することができるデータ再生装置及びデータ再生方法、並びに、高性能の符号化及び高効率の復号処理を実現して、復号誤り率を低下することができるデータ記録再生装置及びデータ記録再生方法を提供することを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成する本発明にかかるデータ記録装置は、記録媒体に対してデータを記録するデータ記録装置であって、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、この誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、この第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、この変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備えることを特徴としている。

【0039】このような本発明にかかるデータ記録装置は、第 1 の攪拌手段によって、誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替え、第 2 の攪拌手段によって、変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える。

【0040】また、上述した目的を達成する本発明にかかるデータ記録方法は、記録媒体に対してデータを記録するデータ記録方法であって、入力したデータに対して

誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、この誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌工程と、この第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、この変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌工程とを備えることを特徴としている。

【0041】このような本発明にかかるデータ記録方法は、第 1 の攪拌工程にて、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替え、第 2 の攪拌工程にて、変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える。

【0042】さらに、上述した目的を達成する本発明にかかるデータ再生装置は、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、この誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、この第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、この変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備え、記録媒体に対してデータを記録する記録機器により記録されたデータを再生するデータ再生装置であって、第 2 の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の逆攪拌手段と、この第 1 の逆攪拌手段から供給されたデータを変調復号する変調復号手段と、第 2 の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号手段から出力されたデータと第 1 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第 3 の攪拌手段と、第 1 の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の逆攪拌手段と、この第 2 の逆攪拌手段から供給されたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号手段と、第 1 の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第 2 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第 4 の攪拌手段とを備えることを特徴としている。

【0043】このような本発明にかかるデータ再生装置は、第 1 の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号手段により復号し、第 3 の攪拌手段によって、変調復号手段から出力されたデータと第 1 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第 2 の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号手段により復号し、第 4 の攪拌手段によって、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第 2 の逆攪拌手段から出

力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える。

【0044】さらにまた、上述した目的を達成する本発明にかかるデータ再生方法は、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、この誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第1の攪拌工程と、この第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、この変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第2の攪拌工程とを備え、記録媒体に対してデータを記録する記録方法により記録されたデータを再生するデータ再生方法であって、第2の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌工程と、この第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータを変調復号する変調復号工程と、第2の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌工程と、第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌工程と、この第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号工程と、第1の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌工程とを備えることを特徴としている。

【0045】このような本発明にかかるデータ再生方法は、第1の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号工程にて復号し、第3の攪拌工程にて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号工程にて復号し、第4の攪拌工程にて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える。

【0046】また、上述した目的を達成する本発明にかかるデータ記録再生装置は、記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生装置であって、記録媒体に対してデータを記録する記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、この誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第1の攪拌手段と、この第1

の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、この変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第2の攪拌手段とを備え、記録媒体に記録されているデータを再生する再生系として、第2の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌手段と、この第1の逆攪拌手段から供給されたデータを変調復号する変調復号手段と、第2の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号手段から出力されたデータと第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌手段と、第1の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌手段と、この第2の逆攪拌手段から供給されたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号手段と、第1の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第2の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌手段とを備えることを特徴としている。

【0047】このような本発明にかかるデータ記録再生装置は、記録媒体に対してデータを記録する場合には、第1の攪拌手段によって、誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の攪拌手段によって、変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替え、記録媒体に記録されているデータを再生する場合には、第1の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号手段により復号し、第3の攪拌手段によって、変調復号手段から出力されたデータと第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号手段により復号し、第4の攪拌手段によって、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第2の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える。

【0048】さらに、上述した目的を達成する本発明にかかるデータ記録再生方法は、記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生方法であって、記録媒体に対してデータを記録する記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、この誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第1の攪拌工程と、この第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、この変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して

並べ替える第2の攪拌工程とを備え、記録媒体に記録されているデータを再生する再生系として、第2の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌工程と、この第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータを変調復号する変調復号工程と、第2の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌工程と、第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌工程と、この第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号工程と、第1の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌工程とを備えることを特徴としている。

【0049】このような本発明にかかるデータ記録再生方法は、記録媒体に対してデータを記録する場合には、第1の攪拌工程にて、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の攪拌工程にて、変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替え、記録媒体に記録されているデータを再生する場合には、第1の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号工程にて復号し、第3の攪拌工程にて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号工程にて復号し、第4の攪拌工程にて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える。

【0050】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0051】この実施の形態は、例えば、ハードディスクやいわゆるDVCR (Digital Video Cassette Recorder) 等の磁気記録方式による記録媒体に対してデータを記録する記録系と、これらの記録媒体に記録されているデータを再生する再生系とを備える磁気記録再生装置である。

【0052】この磁気記録再生装置は、記録系において、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化器の後段と信号を変調する変調符号化器の後

段とのそれぞれにインターリーバを備え、誤り訂正符号化器と信号を変調する変調符号化器と信号に対してチャネル特性を補償するようなフィルタリングを施すプリコーダとの間でいわゆる縦列接続符号による符号化を行うものである。また、磁気記録再生装置は、再生系において、チャネルに対する復号器、変調符号化された信号を変調復号する復号器及び入力したデータに対して誤り訂正復号を施す復号器として、軟入力 (soft input) であるデータを入力するとともに、軟出力 (soft output) であるデータを出力する軟入力軟出力 (Soft Input Soft Output ; 以下、SISOと記す。) 型の復号器を適用し、これらの3つの復号器の間でいわゆるターボ復号と呼ばれる繰り返し復号を行うものである。すなわち、磁気記録再生装置は、いわゆるシャノンの通信路符号化定理により与えられるシャノン限界に近い性能を示す符号化方法及び復号方法として知られる縦列接続符号による符号化及びターボ復号を、記録媒体に対するデータの記録及び再生を行う記録再生系に適用したものである。

【0053】まず、第1の実施の形態として示す磁気記録再生装置について説明する。ここではまず、この磁気記録再生装置の記録系に適用するインターリーバについて図1乃至図4を参照して説明する。

【0054】図1に示すインターリーバ10は、当該インターリーバ10の前段に設けられる誤り訂正符号化器により符号化がなされたデータをビット単位で攪拌し、データを構成する各ビットの順序を並べ替えるものである。例えば、インターリーバ10は、図2に示すように、入力した入力信号をビット単位で並べ替え、出力信号を生成する。

【0055】より具体的には、インターリーバ10は、例えば発生した乱数に基づいて決定されたデータの攪拌位置情報を図示しないROM (Read Only Memory) 等に保持しており、この攪拌位置情報に基づいて、ビット単位での入力信号の並べ替えを行う。例えば、インターリーバ10は、入力信号を構成する各ビットを順次保持し、Nビット (Nは任意の自然数) からなるビット系列が生成されたタイミングで、攪拌位置情報に基づいたビット単位での並べ替えを行った後、所定のタイミングで出力信号として出力する。

【0056】また、図3に示すインターリーバ20は、当該インターリーバ20の前段に設けられる変調符号化器によりブロック変調による符号化がなされたデータを変調符号ブロック単位、すなわち、1シンボル単位で攪拌し、データを構成する各ビットの順序を並べ替えるものである。例えば、インターリーバ10は、次表3に示す変換テーブルにしたがって、2ビットの入力ビットに対して3ビットの出力ビットを生成する変調符号化がなされたデータを構成する各ビットの順序を並べ替えるものとする、図4に示すように、変調符号ブロック単位である3ビット単位で入力した入力信号に対して、3ビ

ット単位で並べ替えて出力信号を生成する。

【0057】

【表3】

表3 変換テーブルの一例

入力ビット	出力ビット
00	011
01	101
10	111
11	110

【0058】より具体的には、インターリーバ20は、例えば発生した乱数に基づいて決定されたデータの攪拌位置情報を図示しないROM (Read Only Memory) 等に保持しており、この攪拌位置情報に基づいて、変調符号ブロック単位での入力信号の並べ替えを行う。例えば、インターリーバ10は、入力信号を構成する各ビットを順次保持し、Nビット (Nは任意の自然数) からなるビット系列が生成されたタイミングで、攪拌位置情報に基づいた変調符号ブロック単位での並べ替えを行った後、

所定のタイミングで出力信号として出力する。

【0059】つぎに、磁気記録再生装置の再生系に適用するSISO型の復号器である上述した変調符号化された信号を変調復号する復号器について図5及び図6を参照して説明する。なお、これらの図5及び図6に示す復号器30、40は、変調符号化された信号を変調復号する復号器として示されるものであるが、チャネルに対する復号器及び誤り訂正復号を施す復号器も、同様の構成で実現されるものであることをここで断っておく。

【0060】図5に示す復号器30は、入力kビットに対してnビットの変調符号化を行う符号化率 $R = k/n$ のブロック変調により符号化されたデータを復号するものである。

【0061】この復号器30は、軟入力とされる受信信号 R を入力すると、この受信信号 R の各ビットが“0”である確率 $P(R_i = 0 | R)$ と、各ビットが“1”である確率 $P(R_i = 1 | R)$ とを算出し、最終的には、 $M = (M_0, M_1, \dots, M_{n-1})$ で表される変調符号ブロック M に対する軟判定値である事後確率情報 (a posteriori probability information) $P(M_i = 0 | R)$ 及び $P(M_i = 1 | R)$ 、若しくは $C = (C_0, C_1, \dots, C_{k-1})$ で表される変調符号入力ブロック C に対する軟判定値である事後確率情報 $P(C_i = 0 | R)$ 及び $P(C_i = 1 | R)$ 、又はこれらの双方を算出して出力する。

【0062】なお、復号器としては、上述した各事後確率情報を個別的に出力するのではなく、事後確率情報比の対数値、すなわち、 $\log(P(M_i = 1 | R) / P(M_i = 0 | R))$ や $\log(P(C_i = 1 | R) / P(C_i = 0 | R))$ として出力することもでき

る。この対数値は、一般には対数尤度比 (log likelihood ratio) と呼ばれ、ここでは、受信信号 R を入力した際の変調符号ブロック M 及び変調符号入力ブロック C の尤度を示すものである。

【0063】また、復号器としては、上述した受信信号 R を入力するのではなく、変調符号入力ブロック C に対する事前確率情報 (a priori probability information) $P(C_i = 0)$ 及び $P(C_i = 1)$ が入力信号として与えられてもよい。

10 【0064】このような復号器としては、具体的には、例えば図6に示すような各部を有するものが考えられる。ここでは、2ビットの入力ビットに対して3ビットの出力ビットを生成するために、先に表3に示した変換テーブルにしたがって符号化されたデータを復号するものとして説明する。

【0065】同図に示す復号器40は、各受信ビットの尤度を算出する尤度算出手段である (3ビット $\times 2 =$) 6つの尤度算出回路41₁, 41₂, 41₃, 41₄, 41₅, 41₆と、データを加算する4つの加算器42₁, 42₂, 42₃, 42₄と、2つのデータA, Bに対して $\log(e^A + e^B)$ の演算を行う4つのlog-sum回路43₁, 43₂, 43₃, 43₄と、2つのデータを加算する4つの加算器44₁, 44₂, 44₃, 44₄と、2つのデータの比をとる5つの比較器45₁, 45₂, 46₁, 46₂, 46₃と、変調符号ブロック M における各要素に対する係数を算出する係数算出回路47₁, 47₂, 47₃と、2つのデータを加算する3つの加算器48₁, 48₂, 48₃とを有する。

【0066】尤度算出回路41₁, 41₂, 41₃, 41₄, 41₅, 41₆は、それぞれ、受信信号D41 (R)における各受信ビットを入力し、各受信ビットの尤度を算出する。

【0067】すなわち、尤度算出回路41₁は、3ビットの受信信号D41を構成する0ビット目を入力し、このビットが“0”である確率の対数値である対数確率値D42₁ ($\log P(R_0 = 0 | R)$) を算出する。尤度算出回路41₂は、生成した対数確率値D42₁を加算器42₂及び比較器46₁に供給する。

【0068】また、尤度算出回路41₂は、3ビットの受信信号D41を構成する0ビット目を入力し、このビットが“1”である確率の対数値である対数確率値D42₂ ($\log P(R_0 = 1 | R)$) を算出する。尤度算出回路41₃は、生成した対数確率値D42₂を加算器42₃, 42₄及び比較器46₂に供給する。

【0069】さらに、尤度算出回路41₄は、3ビットの受信信号D41を構成する1ビット目を入力し、このビットが“0”である確率の対数値である対数確率値D42₃ ($\log P(R_1 = 0 | R)$) を算出する。尤度算出回路41₅は、生成した対数確率値D42₃を加算器42₂及び比較器46₂に供給する。

【0070】さらにまた、尤度算出回路41₁は、3ビットの受信信号D41を構成する1ビット目を入力し、このビットが“1”である確率の対数値である対数確率値D42₁ ($\log P(R_1=1|R)$)を算出する。尤度算出回路41₁は、生成した対数確率値D42₁を加算器42₁、42₂、42₃及び比較器46₁に供給する。

【0071】また、尤度算出回路41₁は、3ビットの受信信号D41を構成する2ビット目を入力し、このビットが“0”である確率の対数値である対数確率値D42₂ ($\log P(R_2=0|R)$)を算出する。尤度算出回路41₁は、生成した対数確率値D42₂を加算器42₂及び比較器46₁に供給する。

【0072】さらに、尤度算出回路41₁は、3ビットの受信信号D41を構成する2ビット目を入力し、このビットが“1”である確率の対数値である対数確率値D42₃ ($\log P(R_2=1|R)$)を算出する。尤度算出回路41₁は、生成した対数確率値D42₃を加算器42₃、42₂、42₁及び比較器46₁に供給する。

【0073】加算器42₁は、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₁と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₂と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₃とを加算し、尤度値D43₁を生成する。すなわち、この尤度値D43₁は、 $\log P(R|M_0M_1M_2=011)$ と表される確率に他ならない。加算器42₁は、生成した尤度値D43₁をlog-sum回路43₁、43₂に供給する。

【0074】加算器42₂は、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₂と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₃と、尤度算出回路41₁から

ら供給された対数確率値D42₁とを加算し、尤度値D43₂を生成する。すなわち、この尤度値D43₂は、 $\log P(R|M_0M_1M_2=101)$ と表される確率に他ならない。加算器42₂は、生成した尤度値D43₂をlog-sum回路43₁、43₂に供給する。

【0075】加算器42₃は、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₁と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₂と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₃とを加算し、尤度値D43₃を生成する。すなわち、この尤度値D43₃は、 $\log P(R|M_0M_1M_2=111)$ と表される確率に他ならない。加算器42₃は、生成した尤度値D43₃をlog-sum回路43₁、43₂に供給する。

【0076】加算器42₁は、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₁と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₂と、尤度算出回路41₁から供給された対数確率値D42₃とを加算し、尤度値D43₁を生成する。すなわち、この尤度値D43₁は、 $\log P(R|M_0M_1M_2=110)$ と表される確率に他ならない。加算器42₁は、生成した尤度値D43₁をlog-sum回路43₁、43₂に供給する。

【0077】log-sum回路43₁は、加算器42₁から供給された尤度値D43₁と、加算器42₂から供給された尤度値D43₂とに対して、次式(4)に示す演算を行い、尤度値D44₁を生成する。log-sum回路43₁は、生成した尤度値D44₁を加算器44₁に供給する。

【0078】

【数4】

$$\begin{aligned} & \log \left(e^{\log P(R|M_0M_1M_2=011)} + e^{\log P(R|M_0M_1M_2=101)} \right) \\ &= \log \left(P(R|M_0M_1M_2=011) + P(R|M_0M_1M_2=101) \right) \\ & \dots (4) \end{aligned}$$

【0079】log-sum回路43₂は、加算器42₁から供給された尤度値D43₁と、加算器42₂から供給された尤度値D43₂とに対して、次式(5)に示す演算を行い、尤度値D44₂を生成する。log-sum

回路43₂は、生成した尤度値D44₂を加算器44₂に供給する。

【0080】

【数5】

$$\begin{aligned} & \log \left(e^{\log P(R|M_0M_1M_2=111)} + e^{\log P(R|M_0M_1M_2=110)} \right) \\ &= \log \left(P(R|M_0M_1M_2=111) + P(R|M_0M_1M_2=110) \right) \\ & \dots (5) \end{aligned}$$

【0081】log-sum回路43₁は、加算器42₁から供給された尤度値D43₁と、加算器42₁から供給された尤度値D43₁とに対して、次式(6)に示す演算を行い、尤度値D44₁を生成する。log-sum

回路43₁は、生成した尤度値D44₁を加算器44₁に供給する。

【0082】

【数6】

$$\log \left(e^{\log P(R|M_0 M_1 M_2=011)} + e^{\log P(R|M_0 M_1 M_2=111)} \right) \\ = \log \left(P(R|M_0 M_1 M_2=011) + P(R|M_0 M_1 M_2=111) \right)$$

... (6)

【0083】log-sum回路43₂は、加算器42₂から供給された尤度値D43₂と、加算器42₂から供給された尤度値D43₂とに対して、次式(7)に示す演算を行い、尤度値D44₂を生成する。log-sum

回路43₂は、生成した尤度値D44₂を加算器44₂に供給する。

【0084】

【数7】

$$\log \left(e^{\log P(R|M_0 M_1 M_2=101)} + e^{\log P(R|M_0 M_1 M_2=110)} \right) \\ = \log \left(P(R|M_0 M_1 M_2=101) + P(R|M_0 M_1 M_2=110) \right)$$

... (7)

【0085】加算器44₁は、log-sum回路43₁から供給された尤度値D44₁と、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率D45₁($\log P(C_0=0)$)とを加算し、対数確率値D46₁を生成する。この対数確率値D46₁は、次式(8)に示す確率を表

すものである。加算器44₁は、生成した対数確率値D46₁を比較器45₁に供給する。

【0086】

【数8】

$$\log P(C_0=0|R) = \log \left(P(R|M_0 M_1 M_2=011) + P(R|M_0 M_1 M_2=101) \right) \\ + \log P(C_0=0)$$

... (8)

【0087】加算器44₂は、log-sum回路43₂から供給された尤度値D44₂と、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率D45₂($\log P(C_0=1)$)とを加算し、対数確率値D46₂を生成する。この対数確率値D46₂は、次式(9)に示す確率を表

すものである。加算器44₂は、生成した対数確率値D46₂を比較器45₂に供給する。

【0088】

【数9】

$$\log P(C_0 = 1 | R) = \log \left(P(R | M_0 M_1 M_2 = 111) + P(R | M_0 M_1 M_2 = 110) \right) + \log P(C_0 = 1)$$

... (9)

【0089】加算器44は、log-sum回路43から供給された尤度値D44と、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率D45、(log P(C₀ = 0))とを加算し、対数確率値D46を生成する。この対数確率値D46は、次式(10)に示す確率を

10 表すものである。加算器44は、生成した対数確率値D46を比較器45に供給する。

【0090】

【数10】

$$\log P(C_1 = 0 | R) = \log \left(P(R | M_0 M_1 M_2 = 011) + P(R | M_0 M_1 M_2 = 111) \right) + \log P(C_1 = 0)$$

... (10)

【0091】加算器44は、log-sum回路43から供給された尤度値D44と、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率D45、(log P(C₁ = 1))とを加算し、対数確率値D46を生成する。この対数確率値D46は、次式(11)に示す確率を

表すものである。加算器44は、生成した対数確率値D46を比較器45に供給する。

【0092】

【数11】

$$\log P(C_1 = 1 | R) = \log \left(P(R | M_0 M_1 M_2 = 101) + P(R | M_0 M_1 M_2 = 110) \right) + \log P(C_1 = 1)$$

... (11)

【0093】比較器45は、加算器44から供給された対数確率値D46と、加算器44から供給された対数確率値D46との比をとり、復号対数事後確率比D47、(log (P(C₀ = 1 | R) / P(C₀ = 0 | R)))を生成し、外部に出力する。

【0094】比較器45は、加算器44から供給された対数確率値D46と、加算器44から供給された対数確率値D46との比をとり、復号対数事後確率比D47、(log (P(C₁ = 1 | R) / P(C₁ = 0 | R)))を生成し、外部に出力する。

【0095】比較器46は、尤度算出回路41から供給された対数確率値D42と、尤度算出回路41から供給された対数確率値D42との比をとり、対数事後

40 確率比D48、(log (P(M₀ = 1 | R) / P(M₀ = 0 | R)))を生成し、加算器48に供給する。

【0096】比較器46は、尤度算出回路41から供給された対数確率値D42と、尤度算出回路41から供給された対数確率値D42との比をとり、対数事後確率比D48、(log (P(M₁ = 1 | R) / P(M₁ = 0 | R)))を生成し、加算器48に供給する。

50 【0097】比較器46は、尤度算出回路41から供給された対数確率値D42と、尤度算出回路41から供給された対数確率値D42との比をとり、対数事後確率比D48、(log (P(M₂ = 1 | R) / P

($M_2 = 0 \mid R$)) を生成し、加算器 48₁ に供給する。

【0098】係数算出回路 47₁ は、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率 $D45_1$ 、 $D45_2$ 、 $D45_3$ 、 $D45_4$ に基づいて、次式 (12) で表される M_0 係数、すなわち、3 ビットの受信信号 $D41$ を構成す

$$\alpha = \log \frac{P(C_0=0) \cdot P(C_1=1) + P(C_0=1) \cdot P(C_1=0) + P(C_0=1) \cdot P(C_1=1)}{P(C_0=0) \cdot P(C_1=0)}$$

る 0 ビット目に相当する変調符号 M_0 に対する係数 α を算出し、 M_0 係数信号 $D49_1$ を生成する。係数算出回路 47₁ は、生成した M_0 係数信号 $D49_1$ を加算器 48₁ に供給する。

【0099】

【数 12】

... (12)

【0100】係数算出回路 47₂ は、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率 $D45_1$ 、 $D45_2$ 、 $D45_3$ 、 $D45_4$ に基づいて、次式 (13) で表される M_1 係数、すなわち、3 ビットの受信信号 $D41$ を構成する 1 ビット目に相当する変調符号 M_1 に対する係数 β を

$$\beta = \log \frac{P(C_0=0) \cdot P(C_1=0) + P(C_0=1) \cdot P(C_1=0) + P(C_0=1) \cdot P(C_1=1)}{P(C_0=0) \cdot P(C_1=1)}$$

算出し、 M_1 係数信号 $D49_2$ を生成する。係数算出回路 47₂ は、生成した M_1 係数信号 $D49_2$ を加算器 48₂ に供給する。

【0101】

【数 13】

... (13)

【0102】係数算出回路 47₃ は、外部から入力した入力ビットに対する対数事前確率 $D45_1$ 、 $D45_2$ 、 $D45_3$ 、 $D45_4$ に基づいて、次式 (14) で表される M_2 係数、すなわち、3 ビットの受信信号 $D41$ を構成する 2 ビット目に相当する変調符号 M_2 に対する係数 γ を

$$\gamma = \log \frac{P(C_0=0) \cdot P(C_1=0) + P(C_0=0) \cdot P(C_1=1) + P(C_0=1) \cdot P(C_1=0)}{P(C_0=1) \cdot P(C_1=1)}$$

算出し、 M_2 係数信号 $D49_3$ を生成する。係数算出回路 47₃ は、生成した M_2 係数信号 $D49_3$ を加算器 48₃ に供給する。

【0103】

【数 14】

... (14)

【0104】加算器 48₁ は、比較器 46₁ から供給された対数事後確率比 $D48_1$ と、係数算出回路 47₁ から供給された M_0 係数信号 $D49_1$ とを加算する。加算器 48₁ は、加算して生成した復号チャネル対数事後確率比信号 $D50_1$ ($\log (P(M_0=1 \mid R) / P(M_0=0 \mid R))$) を外部に出力する。

【0105】加算器 48₂ は、比較器 46₂ から供給され

た対数事後確率比 $D48_2$ と、係数算出回路 47₂ から供給された M_1 係数信号 $D49_2$ とを加算する。加算器 48₂ は、加算して生成した復号チャネル対数事後確率比信号 $D50_2$ ($\log (P(M_1=1 \mid R) / P(M_1=0 \mid R))$) を外部に出力する。

【0106】加算器 48₃ は、比較器 46₃ から供給された対数事後確率比 $D48_3$ と、係数算出回路 47₃ から供

給された M_i 係数信号 $D49_i$ とを加算する。加算器48_iは、加算して生成した復号チャネル対数事後確率比信号 $D50_i$ ($\log (P (M_i=1 | R) / P (M_i=0 | R))$) を外部に出力する。

【0107】このような各部を有する復号器40は、伝送過程において発生したノイズの影響によりアナログ値をとり軟入力とされる受信信号 $D41 (R)$ における各受信ビット、すなわち、変調符号化側での各出力符号語に対する尤度算出回路41₁, 41₂, 41₃, 41₄, 41₅, 41₆を有し、これらの尤度算出回路41₁, 41₂, 41₃, 41₄, 41₅, 41₆により各出力符号語の尤度を求め、得られた尤度値を用いることによって、変調符号化側での入力ビット及び出力ビットに対する軟判定値である事後確率情報を実直に求めることができる。

【0108】なお、復号器40は、対数事前確率 $D45_1$, $D45_2$, $D45_3$, $D45_4$ を外部から入力するが、図示しない変調符号化器に入力されるバイナリ信号を構成する各ビットが“0”である確率と“1”である確率とが均等である場合には、対数事前確率 $D45_1$, $D45_2$, $D45_3$, $D45_4$ を入力する必要はなく、これらの対数事前確率 $D45_1$, $D45_2$, $D45_3$, $D45_4$ の値が全て“0”であるように扱えばよい。

【0109】また、復号器40は、2ビットの入力ビットから3ビットの出力ビットに変調符号化されたデータの復号を行うものとして説明したが、復号器としては、入力ビット及び／又は出力ビット数に拘泥することなく、入力ビット及び／又は出力ビット数に対応した同様の構成でもよい。

【0110】さて、これらのようなインターリーブ及び復号器を適用した磁気記録再生装置について図7を用いて説明する。

【0111】同図に示す磁気記録再生装置50は、データを記録媒体70に記録するための記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化器51と、入力したデータの順序を並べ替えるインターリーブ52, 54と、入力したデータに対して変調符号化を施す変調符号化器53と、入力したデータに対してチャネル特性を補償するようなフィルタリングを施すプリコード55と、入力したデータの各ビットを書き込み電流値に変換する書き込み電流ドライバ56と、記録媒体70に対してデータを記録するための書き込みヘッド

$$F = 1/(1 \oplus D) \quad (\oplus \text{ は、排他的論理和}) \quad \dots (15)$$

【0118】書き込み電流ドライバ56は、プリコード55から供給されたプリコード信号 $D56$ に対して、 $0 \rightarrow -I$, $1 \rightarrow +I$ とするように、各ビットを書き込み電流値 I に変換し、書き込み電流信号 $D57$ を生成する。書き込み電流ドライバ56は、生成した書き込み電流信号 $D57$ を後段の書き込みヘッド57に供給する。

57とを備える。

【0112】誤り訂正符号化手段である誤り訂正符号化器51は、入力データ $D51$ に対して誤り訂正符号化を施す。誤り訂正符号化器51は、誤り訂正符号化して生成した誤り訂正符号化データ $D52$ を後段のインターリーブ52に供給する。

【0113】第1の撹拌手段であるインターリーブ52は、上述したインターリーブ10として構成されるものであり、誤り訂正符号化器51により符号化がなされた誤り訂正符号化データ $D52$ をビット単位で撹拌し、誤り訂正符号化データ $D52$ を構成する各ビットの順序を並べ替える。インターリーブ52は、生成したインターリーブデータ $D53$ を後段の変調符号化器53に供給する。

【0114】変調符号化手段である変調符号化器53は、インターリーブ52から供給されたインターリーブデータ $D53$ に対して所定の変調符号化を施し、制限が加えられた系列である変調符号化データ $D54$ を生成する。変調符号化器53は、生成した変調符号化データ $D54$ を後段のインターリーブ54に供給する。

【0115】第2の撹拌手段であるインターリーブ54は、上述したインターリーブ20として構成されるものであり、変調符号化器53によりブロック変調による符号化がなされた変調符号化データ $D54$ を変調符号ブロック単位で撹拌し、変調符号化データ $D54$ を構成する各ビットの順序を並べ替える。インターリーブ54は、生成したインターリーブデータ $D55$ を後段のプリコード55に供給する。

【0116】プリコード手段であるプリコード55は、インターリーブ54から供給されたインターリーブデータ $D55$ に対して、記録媒体70へのデータの書き込みから後述する再生系における等化器59における出力までのチャネル特性を補償するようなフィルタリングを施し、バイナリ信号であるプリコード信号 $D56$ を生成する。例えば、プリコード55は、チャネルが1-Dの特性を有する場合には、次式(15)で表されるフィルタリング F を施す。プリコード55は、生成したプリコード信号 $D56$ を後段の書き込み電流ドライバ56に供給する。

【0117】

【数15】

【0119】書き込みヘッド57は、書き込み電流ドライバ56から供給された書き込み電流信号 $D57$ に応じた書き込み磁化信号 $D58$ を記録媒体70に対して与えることによって、記録媒体70に対してデータを記録する。

【0120】このような磁気記録再生装置50における

記録系は、記録媒体 70 に対してデータを記録する場合には、入力データ D51 に対して誤り訂正符号化器 51 により誤り訂正符号化を施し、誤り訂正符号化データ D52 をインターリーブ 52 によりビット単位で攪拌した後、インターリーブデータ D53 に対して変調符号化器 53 により所定の変調符号化を施し、さらに変調符号化データ D54 をインターリーブ 54 により変調符号ブロック単位で攪拌し、プリコード 55 によりプリコード信号 D56 を生成する。

【0121】そして、この記録系は、プリコード 55 により生成されたプリコード信号 D56 を、書き込み電流ドライバ 56 及び書き込みヘッド 57 を介して記録媒体 70 に記録する。

【0122】このように、磁気記録再生装置 50 における記録系は、誤り訂正符号化器 51 の後段にインターリーブ 52 を備えるとともに、変調符号化器 53 の後段にインターリーブ 54 を備えて、誤り訂正符号化器 51 と変調符号化器 53 とプリコード 55 との間で縦列接続符号による符号化を行うことによって、誤り訂正符号化、変調符号化及びチャンネルに対する符号化として、高性能の符号化を実現することができる。

【0123】一方、磁気記録再生装置 50 は、記録媒体 70 に記録されているデータを再生するための再生系として、記録媒体 70 に記録されているデータを読み出すための読み出しヘッド 58 と、入力したデータを等化する等化器 59 と、入力したデータの利得を調整する利得調整回路 60 と、アナログデータをデジタルデータに変換するアナログ-デジタル変換器（以下、A/D と記す。）61 と、クロックを再生するタイミング再生回路 62 と、利得調整回路 60 を制御する利得調整コントロール回路 63 と、入力したデータに対してターボ復号を施すチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 とを備える。

【0124】読み出しヘッド 58 は、記録媒体 70 から読み出し磁化信号 D59 を読み出し、この読み出し磁化信号 D59 に応じた読み出し電流信号 D60 を生成する。読み出しヘッド 58 は、生成した読み出し電流信号 D60 を後段の等化器 59 に供給する。

【0125】等化器 59 は、読み出しヘッド 58 から供給された読み出し電流信号 D60 に対して、記録系における記録媒体 70 へのデータの書き込みから当該等化器 59 における出力までのチャンネル応答が所定の特性、例えば 1-D となるように等化を行い、等化信号 D61 を生成する。等化器 59 は、生成した等化信号 D61 を後段の利得調整回路 60 に供給する。

【0126】利得調整回路 60 は、利得調整コントロール回路 63 から供給される利得調整コントロール信号 D65 に基づいて、等化器 59 から供給された等化信号 D61 の利得を調整し、利得調整信号 D62 を生成する。利得調整回路 60 は、生成した利得調整信号 D62 を後

段の A/D 61 に供給する。

【0127】A/D 61 は、タイミング再生回路 62 から供給されるクロック信号 D64 に基づいて、利得調整回路 60 から供給された利得調整信号 D62 のサンプリングを行い、利得調整信号 D62 をデジタル化してデジタルチャンネル信号 D63 を生成する。A/D 61 は、生成したデジタルチャンネル信号 D63 をタイミング再生回路 62、利得調整コントロール回路 63、及び、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 に供給する。

【0128】タイミング再生回路 62 は、A/D 61 から供給されるデジタルチャンネル信号 D63 からクロックを再生し、クロック信号 D64 を生成する。タイミング再生回路 62 は、生成したクロック信号 D64 を A/D 61 に供給する。

【0129】利得調整コントロール回路 63 は、A/D 61 から供給されるデジタルチャンネル信号 D63 に基づいて、等化信号 D61 の振幅を期待される値に保つための制御信号である利得調整コントロール信号 D65 を生成する。利得調整コントロール回路 63 は、生成した利得調整コントロール信号 D65 を利得調整回路 60 に供給する。

【0130】チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 は、上述した復号器 30、40 として構成される SISO 型の復号器を接続してターボ復号を行うものである。チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 は、後に詳述するが、A/D 61 から供給されるデジタルチャンネル信号 D63 を入力してターボ復号を行い、復号結果を軟出力又は硬出力 (hard output) の出力データ D66 として外部に出力する。

【0131】ここで、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 について図 8 を用いて詳述する。

【0132】チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 は、同図に示すように、記録系におけるプリコード 55 の前段から再生系における等化器 59 における出力までのチャンネル応答に対する復号を行う SISO 型の復号器であるチャンネル SISO 復号器 81 と、入力したデータの順序を元に戻すデインターリーブ 83、88 と、入力したデータに対して変調復号を施す SISO 型の復号器である変調 SISO 復号器 84 と、入力したデータの順序を並べ替えるインターリーブ 86、91 と、入力したデータに対して誤り訂正軟復号を施す誤り訂正軟復号器 89 と、情報ビットに対する事前確率情報として入力するデータを切り替えるための切替スイッチ 92 と、4 つの差分器 82、85、87、90 とを有する。

【0133】チャンネル復号手段であるチャンネル SISO 復号器 81 は、上述した復号器 30、40 として構成されるものであり、SISO 型の復号器である。チャンネル SISO 復号器 81 は、A/D 61 から供給された軟入力であるデジタルチャンネル信号 D63 と、インターリ

ーバ 86 から供給された軟入力である情報ビットに対する事前確率情報信号 D77 又は値が “0” である情報ビットに対する事前確率情報信号 D83 のうち、切替スイッチ 92 により選択された事前確率情報信号 D84 とを入力し、記録系におけるプリコード 55 の前段から再生系における等化器 59 における出力までのチャンネル応答、例えば次式 (16) で表されるチャンネル応答 R_{ch} に対して、上述した BCJR アルゴリズムや SOVA アルゴリズム等に基づく軟出力復号を行う。ここで、プリコ

$$R_{ch} = (1-D)/(1 \oplus D) \quad (\oplus \text{ は、排他的論理和}) \quad \dots (16)$$

【0135】なお、チャンネル SISO 復号器 81 としては、上述した復号器 30、40 として構成されるものに限らず、SISO 型の復号器として構成されるものであればよく、例えば、チャンネル応答に対応するトレリスに基づいて、上述した BCJR アルゴリズムや SOVA アルゴリズム等に基づく軟出力復号を行うものであってもよい。

【0136】差分器 82 は、チャンネル SISO 復号器 81 から供給されて軟入力とされるチャンネル復号信号 D71 と、インターリーブ 86 から供給されて軟入力とされる事前確率情報信号 D77 との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求まる情報ビットに対する外部情報 (extrinsic information) であるチャンネル外部情報信号 D72 として後段のデインターリーブ 83 に軟出力として出力する。なお、このチャンネル外部情報信号 D72 は、記録系におけるインターリーブ 54 によりインターリーブされたインターリーブデータ D55 に対応するものである。

【0137】第 1 の逆撹拌手段であるデインターリーブ 83 は、記録系におけるインターリーブ 54 によりインターリーブされたインターリーブデータ D55 のビット配列を、それぞれ、元の変調符号化データ D54 のビット配列に戻すように、差分器 82 から供給される軟入力のチャンネル外部情報信号 D72 に変調符号ブロック単位でデインターリーブを施す。デインターリーブ 83 は、デインターリーブして得られたデータを変調 SISO 復号器 84 における符号ビットに対する事前確率情報であるデインターリーブ信号 D73 として、変調 SISO 復号器 84 及び差分器 85 に供給する。

【0138】変調復号手段である変調 SISO 復号器 84 は、上述した復号器 30、40 として構成されるものであり、SISO 型の復号器である。ここで、記録系における変調符号化器 53 により符号化率が $R=K/N$ の変調符号化が施され、変調符号化器 53 による変調符号化後の変調符号化データ D54 を $M(t)$ ($0 \leq t < N$)、変調符号化器 53 による変調符号化前のインターリーブデータ D53 を $E(t)$ ($0 \leq t < L$) と表すものとする。変調 SISO 復号器 84 は、デインターリーブ 83 から供給される軟入力であるデインターリーブ信

ーダ 55 によるプリコード前のインターリーブデータ D55 を $C(t)$ ($0 \leq t \leq N$) と表すと、チャンネル SISO 復号器 81 は、この $C(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(C(t)=1)/P(C(t)=0))$ を算出し、この対数事後確率比をチャンネル復号信号 D71 として後段の差分器 82 に供給する。

【0134】

【数 16】

号 D73 を入力するとともに、インターリーブ 91 から供給される軟入力であるインターリーブ信号 D82 を入力する。続いて、変調 SISO 復号器 84 は、符号ビットに対する事前確率情報であるデインターリーブ信号 D73 と、情報ビットに対する事前確率情報であるインターリーブ信号 D82 とに基づいて、 $M(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(M(t)=1)/P(M(t)=0))$ と、 $E(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(E(t)=1)/P(E(t)=0))$ とを算出する。そして、変調 SISO 復号器 84 は、 $M(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比を変調チャンネル復号信号 D74 として差分器 85 に供給するとともに、 $E(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比を変調復号信号 D75 として差分器 87 に供給する。

【0139】差分器 85 は、変調 SISO 復号器 84 から供給されて軟入力とされる変調チャンネル復号信号 D74 と、デインターリーブ 83 から供給されて軟入力とされるデインターリーブ信号 D73 との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求まる符号ビットに対する外部情報である変調誤り訂正外部情報信号 D76 として後段のインターリーブ 86 に軟出力として出力する。

【0140】第 3 の撹拌手段であるインターリーブ 86 は、差分器 85 から供給された軟入力である変調誤り訂正外部情報信号 D76 に対して、記録系におけるインターリーブ 54 と同一の撹拌位置情報に基づいた変調符号ブロック単位でのインターリーブを施す。インターリーブ 86 は、インターリーブして得られたデータをチャンネル SISO 復号器 81 における情報ビットに対する事前確率情報信号 D77 として、チャンネル SISO 復号器 81 及び差分器 82 に供給する。

【0141】差分器 87 は、変調 SISO 復号器 84 から供給されて軟入力とされる変調復号信号 D75 と、インターリーブ 91 から供給されて軟入力とされるインターリーブ信号 D82 との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求まる情報ビットに対する外部情報である変調外部情報信号 D78 として後段のデインターリーブ 88 に軟出力として出力す

る。なお、この変調外部情報信号 D 7 8 は、記録系におけるインターリーブ 5 2 によりインターリーブされたインターリーブデータ D 5 3 に対応するものである。

【0142】第 2 の逆撹拌手段であるデインターリーブ 8 8 は、記録系におけるインターリーブ 5 2 によりインターリーブされたインターリーブデータ D 5 3 のビット配列を、それぞれ、元の誤り訂正符号化データ D 5 2 のビット配列に戻すように、差分器 8 7 から供給される軟入力の変調外部情報信号 D 7 8 にビット単位でデインターリーブを施す。デインターリーブ 8 8 は、デインターリーブして得られたデータを誤り訂正軟復号器 8 9 における符号ビットに対する事前確率情報であるデインターリーブ信号 D 7 9 として、誤り訂正軟復号器 8 9 及び差分器 9 0 に供給する。

【0143】誤り訂正復号手段である誤り訂正軟復号器 8 9 は、上述した復号器 3 0、4 0 として構成されるものであり、デインターリーブ 8 8 から供給された軟入力であるデインターリーブ信号 D 7 9 に対して、上述した B C J R アルゴリズムや S O V A アルゴリズム等に基づく誤り訂正符号の軟復号を行う。ここで、記録系における誤り訂正符号化器 5 1 による誤り訂正符号化後の誤り訂正符号化データ D 5 2 を $E(t)$ ($0 \leq t < L$)、誤り訂正符号化器 5 1 による誤り訂正符号化前の入力データ D 5 1 を $I(t)$ ($0 \leq t < K$) と表すものとする。誤り訂正軟復号器 8 9 は、 $E(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(E(t)=1)/P(E(t)=0))$ を算出し、この対数事後確率比を誤り訂正復号信号 D 8 0 として差分器 9 0 に供給するとともに、 $I(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(I(t)=1)/P(I(t)=0))$ を算出し、この対数事後確率比に基づく復号結果を軟出力又は硬出力の出力データ D 6 6 として外部に出力する。

【0144】差分器 9 0 は、誤り訂正軟復号器 8 9 から供給されて軟入力とされる誤り訂正復号信号 D 8 0 と、デインターリーブ 8 8 から供給されて軟入力とされるデインターリーブ信号 D 7 9 との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求める符号ビットに対する外部情報である誤り訂正外部情報信号 D 8 1 として後段のインターリーブ 9 1 に軟出力として出力する。

【0145】第 4 の撹拌手段であるインターリーブ 9 1 は、差分器 9 0 から供給された軟入力である誤り訂正外部情報信号 D 8 1 に対して、記録系におけるインターリーブ 5 2 と同一の撹拌位置情報に基づいたビット単位でのインターリーブを施す。インターリーブ 9 1 は、インターリーブして得られたデータを変調 S I S O 復号器 8 4 における情報ビットに対する事前確率情報であるインターリーブ信号 D 8 2 として、変調 S I S O 復号器 8 4 及び差分器 8 7 に供給する。

【0146】切替スイッチ 9 2 は、復号の初期時には、事前確率情報信号 D 8 3 である 0 値を供給する被選択端子 a と連結することによって、チャンネル S I S O 復号器 8 1 における情報ビットに対する事前確率情報信号 D 8 4 として、事前確率情報信号 D 8 3 を選択する。そして、切替スイッチ 9 2 は、それ以降では、インターリーブ 8 6 から供給される事前確率情報信号 D 7 7 を供給する被選択端子 b と連結し、事前確率情報信号 D 8 4 として、事前確率情報信号 D 7 7 を選択する。

【0147】このように構成されるチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 6 4 は、記録系における誤り訂正符号化器 5 1、変調符号化器 5 3 及びブリコダ 5 5 のそれぞれに対応する誤り訂正軟復号器 8 9、変調 S I S O 復号器 8 4 及びチャンネル S I S O 復号器 8 1 を備えることによって、復号複雑度が高い符号を複雑度の小さい要素に分解し、チャンネル S I S O 復号器 8 1、変調 S I S O 復号器 8 4 及び誤り訂正軟復号器 8 9 の間の相互作用により特性を逐次的に向上させることができる。チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 6 4 は、A/D 6 1 から供給される軟入力であるデジタルチャンネル信号 D 6 3 を入力すると、チャンネル S I S O 復号器 8 1 乃至誤り訂正軟復号器 8 9 の復号動作を例えば数回乃至数十回といった所定の回数だけ反復して行い、所定の回数の復号動作の結果得られた軟出力の対数事後確率比を、軟出力の出力データ D 6 6 としてそのまま外部に出力するか、若しくは、図示しない 2 値化回路により 2 値化して硬出力の出力データ D 6 6 として外部に出力する。

【0148】このような磁気記録再生装置 5 0 における再生系は、記録媒体 7 0 に記録されているデータを再生する場合には、読み出しヘッド 5 8、等化器 5 9、利得調整回路 6 0 及び A/D 6 1 を経て生成された軟入力とされるデジタルチャンネル信号 D 6 3 に対して、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 6 4 によりターボ復号を行い、記録系における誤り訂正符号化器 5 1 に入力された入力データ D 5 1 に対応する出力データ D 6 6 を生成して出力する。

【0149】このように、磁気記録再生装置 5 0 における再生系は、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 6 4 を備えて、記録系における誤り訂正符号化器 5 1、変調符号化器 5 3 及びブリコダ 5 5 のそれぞれに対応する誤り訂正軟復号器 8 9、変調 S I S O 復号器 8 4 及びチャンネル S I S O 復号器 8 1 の間でターボ復号を行うことによって、チャンネル応答、変調符号化及び誤り訂正符号化に対応する復号を実現することができる。

【0150】以上のように、磁気記録再生装置 5 0 は、記録系において、誤り訂正符号化器 5 1 の後段にインターリーブ 5 2 を備えるとともに、変調符号化器 5 3 の後段にインターリーブ 5 4 を備えて、誤り訂正符号化器 5 1 と変調符号化器 5 3 とブリコダ 5 5 との間で縦列連接符号による符号化を行い、再生系において、チャネ

ル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 64 を備えて、ターボ復号を行うことによって、高性能の符号化を実現するとともに、この符号に対する全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよいターボ復号を行うことができ、情報を削減する必要がないことから、結果として復号誤り率を大幅に低下させることが可能となる。

【0151】 つぎに、第 2 の実施の形態として示す磁気記録再生装置について説明する。この磁気記録再生装置は、少なくとも変調符号化及び復号の際に、ブロック単位での符号化及び復号を行うのではなく、前後のデータに相関を持たせて符号化するとともに、制約条件に対応したトレリス復号を行うものである。

【0152】 ここではまず、この磁気記録再生装置の記録系に適用するインターリーバについて説明する。

【0153】 この記録系に適用するインターリーバとしては、先に図 1 に示したインターリーバ 10 と同様に構成され、ビット単位でデータを撹拌してデータを構成する各ビットの順序を並べ替えるものと、先に図 2 に示したインターリーバ 20 と同様に構成され、トレリスの変調符号ブロック単位でデータを撹拌してデータを構成する各ビットの順序を並べ替えるものが考えられる。なお、ビット単位でデータを撹拌するインターリーバについては先に述べたことから、ここでは説明を省略し、トレリスの変調符号ブロック単位でデータを撹拌するインターリーバについて簡単に説明する。

【0154】 トレリスの変調符号ブロック単位でデータを撹拌するインターリーバによって、表 3 に示した変換テーブルにしたがって、2 ビットの入力ビットに対して 3 ビットの出力ビットを生成する変調符号化がなされたデータを構成する各ビットの順序を並べ替えることを考える。この場合、変調符号化がなされたデータが満たす制約条件が $(d, k) = (0, 2)$ 制限であるならば、インターリーバは、 $(d, k) = (0, 4)$ 制限を満たす系列を生成する。

【0155】 なお、インターリーバとしては、トレリスの変調符号ブロック単位でデータを撹拌するものに限らず、インターリーブ後に所定の制約条件を満たすようにデータを撹拌するものであれば、いかなるものでも適用することができる。

【0156】 つぎに、磁気記録再生装置の記録系に適用する符号化器及び再生系に適用する SISO 型の復号器について図 9 乃至図 12 を参照して説明する。なお、これらの符号化器及び復号器は、それぞれ、変調符号化及び変調復号するものとして示されるものであるが、チャネルに対する符号化器及び復号器や、誤り訂正符号化及び復号を施す符号化器及び復号器も、それぞれ、同様の構成で実現されるものであることをここで断っておく。

【0157】 磁気記録再生装置は、共通のトレリスを用いて変調符号化及び変調復号を行う。一般に、トレリスの構造は、変調符号に加わる制限に応じて変化する

が、ここでは、符号化率 $R = 2/3$ の $(d, k) = (0, 2)$ 制限を満たす変調符号化及び変調復号について説明する。

【0158】 $(d, k) = (0, 2)$ 制限を満たす符号を生成するための状態遷移図は、図 9 に示すように表すことができる。同図において、 S_0, S_1, S_2 は、それぞれ、各状態を示し、各状態間に付されたラベルは、それぞれ、状態遷移が行われた際に出力されるビットを示すものとする。例えば、“ $S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2$ ” という状態遷移が行われた場合には、出力されるビット系列は、“00”となる。この状態遷移図にしたがった状態遷移が行われた場合に出力されるビット系列は、必ず $(d, k) = (0, 2)$ 制限を満たす。

【0159】 ここで、2 ビットの入力に対して 3 ビットの変調符号を出力する符号化率 $R = 2/3$ の変調符号化を行うことを考える。この場合、 $(d, k) = (0, 2)$ 制限を満たす変調符号を生成するには、同図に示す状態遷移図にしたがって 3 回ずつ状態遷移し、その際の変調符号とすればよいことは明らかである。

【0160】 このように同図に示す状態遷移図にしたがって 3 回状態遷移した際のトレリス、すなわち、状態遷移図を時間方向に展開して得られるダイアグラムは、図 10 に示すようになる。例えば、同図に示すトレリスにおいて、最上部に位置する枝は、状態 S_2 から 3 回状態遷移して再び状態 S_2 に至る経路が 1 通り存在し、その場合の出力が“100”であることを示している。

【0161】 さらにここで、2 ビットの入力に対して 3 ビットの変調符号を出力する変調符号化を行う場合には、各状態から $2^1 = 4$ 本の枝を選択し、これらの枝を 2 ビットの入力である“00, 01, 10, 11”に割り振ることによって、入力と出力とを対応付けたトレリスを構成することができる。このように、枝の選択を行って構成されたトレリスは、図 11 に示すようになる。同図において、各状態間に付されたラベルは、それぞれ、入力／出力を示している。例えば、同図に示すトレリスにおいて、 $S_0 \rightarrow S_2$ を示す 1 本の枝は、状態 S_0 の際に“11”を入力した場合には、“100”を出力して状態 S_2 に状態遷移することを示している。

【0162】 第 2 の実施の形態として示す磁気記録再生装置に適用する符号化器は、このような手順により構成されたトレリスにしたがって状態遷移を繰り返して符号化を行い、入力データ間に相関のある変調符号系列を生成することとなる。このような符号化器としては、具体的には、例えば図 12 に示すような各部を有するものが考えられる。

【0163】 同図に示す符号化器 100 は、当該符号化器 100 の状態（ステート）を保持するステートレジスタ 101 と、次に遷移すべき次状態を算出する次ステート算出回路 102 と、出力信号 D94 を算出する出力信号算出回路 103 とを有する。

45

【0164】ステートレジスタ101は、2ビットのレジスタであり、現在の符号化器100の状態を表す2ビットを保持する。ステートレジスタ101は、次ステート算出回路102から供給される次状態信号D93に基づく次状態を表す2ビットを保持するのにもなって、現在の状態を表す2ビットを示す状態信号D92を次ステート算出回路102及び出力信号算出回路103に供給する。

【0165】次ステート算出回路102は、入力信号D91と、ステートレジスタ101から供給される状態信号D92とを入力すると、例えば次表4に示す入出力対応表にしたがって次状態を算出する。次ステート算出回路102は、次状態を示す次状態信号D93をステートレジスタ101に供給する。

【0166】

【表4】

表4 入出力対応表の一例

状態信号	入力信号	次状態信号
0	00	0
0	01	1
0	10	1
0	11	2
1	00	1
1	01	0
1	10	0
1	11	2
2	00	2
2	01	0
2	10	0
2	11	1
3	00	0
3	01	0
3	10	0
3	11	0

【0167】出力信号算出回路103は、入力信号D91と、ステートレジスタ101から供給される状態信号D92とを入力すると、例えば次表5に示す入出力対応表にしたがって出力信号D94を算出して出力する。なお、この出力信号D94は、 $(d, k) = (0, 2)$ 制限を満たすものである。

【0168】

【表5】

表5

入出力対応表の一例

状態信号	入力信号	出力信号
0	00	111
0	01	110
0	10	010
0	11	100
1	00	110
1	01	011
1	10	111
1	11	100
2	00	100
2	01	101
2	10	111
2	11	110
3	00	111
3	01	111
3	10	111
3	11	111

【0169】このような符号化器100は、入力信号D91を入力すると、次ステート算出回路103によって、この入力信号D91と、状態信号D92とを用いて次状態を算出し、ステートレジスタ101に逐次保持させる。そして、符号化器100は、出力信号算出回路103によって、入力信号D91と、状態信号D92とを用いて出力信号D94を算出し、外部に出力する。

【0170】なお、符号化器100においては、状態S3が存在しないため、当該符号化器100のリセット前に状態S3に遷移した場合には、表5に基づいて即座に“111”を出力信号D94として出力し、状態S0に復帰する機能を実現している。

【0171】一方、このような符号化器により符号化された信号を復号する復号器としては、先に図11に示したトレリスに基づいて、BCJRアルゴリズムやSOVAアルゴリズム等に基づく復号を適用するものとする。磁気記録再生装置においては、このような復号器とすることによって、符号化器における信号の相関を利用したトレリス復号を行うことができる。

【0172】特に、磁気記録再生装置においては、トレリス復号を行う場合に、復号器として、BCJRアルゴリズム又はSOVAアルゴリズム等のSISO型復号を行うことによって、軟情報を利用した復号を行うことができ、復号誤り率を向上させることができる。

【0173】これらのようなインターリーブ、符号化器及び復号器を適用した磁気記録再生装置について図13を用いて説明する。

【0174】同図に示す磁気記録再生装置110は、デ

ータを記録媒体 70 に記録するための記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化器 111 と、入力したデータの順序を並べ替えるインターリーバ 112、114 と、入力したデータに対して変調符号化を施す変調符号化器 113 と、入力したデータに対してチャネル特性を補償するようなフィルタリングを施すプリコード 115 と、入力したデータの各ビットを書き込み電流値に変換する書き込み電流ドライバ 116 と、記録媒体 70 に対してデータを記録するための書き込みヘッド 117 とを備える。

【0175】誤り訂正符号化手段である誤り訂正符号化器 111 は、磁気記録再生装置 50 における誤り訂正符号化器 51 と同様に、入力データ D101 に対して誤り訂正符号化を施す。誤り訂正符号化器 111 は、誤り訂正符号化して生成した誤り訂正符号化データ D102 を後段のインターリーバ 112 に供給する。

【0176】第 1 の攪拌手段であるインターリーバ 112 は、上述した磁気記録再生装置 50 におけるインターリーバ 52 と同様に、誤り訂正符号化器 111 により符号化がなされた誤り訂正符号化データ D102 をビット単位で攪拌し、誤り訂正符号化データ D102 を構成する各ビットの順序を並べ替える。インターリーバ 112 は、生成したインターリーブデータ D103 を後段の変調符号化器 113 に供給する。

【0177】変調符号化手段である変調符号化器 113 は、上述した符号化器 110 として構成されるものであり、トレリスにしたがって状態遷移を繰り返して符号化を行い、入力データ間に相関のある変調符号系列を生成する変調符号化器である。変調符号化器 113 は、インターリーバ 112 から供給されたインターリーブデータ D103 に対して所定のトレリス変調符号化を施し、制限が加えられた系列である変調符号化データ D104 を生成する。変調符号化器 113 は、生成した変調符号化データ D103 を後段のインターリーバ 114 に供給する。

【0178】第 2 の攪拌手段であるインターリーバ 114 は、変調符号化器 113 によりブロック変調による符号化がなされた変調符号化データ D104 を所定単位、例えば、トレリスの変調符号ブロック単位で攪拌し、変調符号化データ D104 を構成する各ビットの順序を並べ替える。インターリーバ 114 は、生成したインターリーブデータ D105 を後段のプリコード 115 に供給する。

【0179】プリコード手段であるプリコード 115 は、上述した磁気記録再生装置 50 におけるプリコード 55 と同様に、インターリーバ 114 から供給されたインターリーブデータ D105 に対して、記録媒体 70 へのデータの書き込みから再生系における等化器 119 における出力までのチャネル特性を補償するようなフィルタリングを施し、バイナリ信号であるプリコード信号 D

106 を生成する。プリコード 115 は、生成したプリコード信号 D106 を後段の書き込み電流ドライバ 116 に供給する。

【0180】書き込み電流ドライバ 116 は、上述した磁気記録再生装置 50 における書き込み電流ドライバ 56 と同様に、プリコード 115 から供給されたプリコード信号 D106 に対して、各ビットを書き込み電流値 I_w に変換し、書き込み電流信号 D107 を生成する。書き込み電流ドライバ 116 は、生成した書き込み電流信号 D107 を後段の書き込みヘッド 117 に供給する。

【0181】書き込みヘッド 117 は、上述した磁気記録再生装置 50 における書き込みヘッド 57 と同様に、書き込み電流ドライバ 116 から供給された書き込み電流信号 D107 に応じた書き込み磁化信号 D108 を記録媒体 70 に対して与えることによって、記録媒体 70 に対してデータを記録する。

【0182】このような磁気記録再生装置 110 における記録系は、記録媒体 70 に対してデータを記録する場合には、入力データ D101 に対して誤り訂正符号化器 111 により誤り訂正符号化を施し、誤り訂正符号化データ D102 をインターリーバ 112 によりビット単位で攪拌した後、インターリーブデータ D103 に対して変調符号化器 113 により所定のトレリス変調符号化を施し、さらに変調符号化データ D104 をインターリーバ 114 により例えばトレリスの変調符号ブロック単位で攪拌し、プリコード 115 によりプリコード信号 D106 を生成する。

【0183】そして、この記録系は、プリコード 115 により生成されたプリコード信号 D106 を、書き込み電流ドライバ 116 及び書き込みヘッド 117 を介して記録媒体 70 に記録する。

【0184】このように、磁気記録再生装置 110 における記録系は、誤り訂正符号化器 111 の後段にインターリーバ 112 を備えるとともに、変調符号化器 113 の後段にインターリーバ 114 を備えて、誤り訂正符号化器 111 と変調符号化器 113 とプリコード 115 との間で縦列接続符号による符号化を行うことによって、誤り訂正符号化、変調符号化及びチャネルに対する符号化として、高性能の符号化を実現することができる。

【0185】一方、磁気記録再生装置 110 は、記録媒体 70 に記録されているデータを再生するための再生系として、記録媒体 70 に記録されているデータを読み出すための読み出しヘッド 118 と、入力したデータを等化する等化器 119 と、入力したデータの利得を調整する利得調整回路 120 と、アナログデータをディジタルデータに変換するアナログ-ディジタル変換器 121 と、クロックを再生するタイミング再生回路 122 と、利得調整回路 120 を制御する利得調整コントロール回路 123 と、入力したデータに対してターボ復号を施すチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器 124 とを備

える。

【0186】読み出しヘッド118は、上述した磁気記録再生装置50における読み出しヘッド58と同様に、記録媒体70から読み出し磁化信号D109を読み出し、この読み出し磁化信号D109に応じた読み出し電流信号D110を生成する。読み出しヘッド118は、生成した読み出し電流信号D110を後段の等化器119に供給する。

【0187】等化器119は、上述した磁気記録再生装置50における等化器59と同様に、読み出しヘッド118から供給された読み出し電流信号D110に対して、記録系における記録媒体70へのデータの書き込みから当該等化器119における出力までのチャンネル応答が所定の特性となるように等化を行い、等化信号D111を生成する。等化器119は、生成した等化信号D111を後段の利得調整回路120に供給する。

【0188】利得調整回路120は、上述した磁気記録再生装置50における利得調整回路60と同様に、利得調整コントロール回路123から供給される利得調整コントロール信号D115に基づいて、等化器119から供給された等化信号D111の利得を調整し、利得調整信号D112を生成する。利得調整回路120は、生成した利得調整信号D112を後段のA/D121に供給する。

【0189】A/D121は、上述した磁気記録再生装置50におけるA/D61と同様に、タイミング再生回路122から供給されるクロック信号D114に基づいて、利得調整回路120から供給された利得調整信号D112のサンプリングを行い、利得調整信号D112をデジタル化してデジタルチャンネル信号D113を生成する。A/D121は、生成したデジタルチャンネル信号D113をタイミング再生回路122、利得調整コントロール回路123、及び、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124に供給する。

【0190】タイミング再生回路122は、上述した磁気記録再生装置50におけるタイミング再生回路62と同様に、A/D121から供給されるデジタルチャンネル信号D113からクロックを再生し、クロック信号D114を生成する。タイミング再生回路122は、生成したクロック信号D114をA/D121に供給する。

【0191】利得調整コントロール回路123は、上述した磁気記録再生装置50における利得調整コントロール回路63と同様に、A/D121から供給されるデジタルチャンネル信号D113に基づいて、等化信号D111の振幅を期待される値に保つための制御信号である利得調整コントロール信号D115を生成する。利得調整コントロール回路123は、生成した利得調整コントロール信号D115を利得調整回路120に供給する。

【0192】チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124は、上述した磁気記録再生装置50におけるチャ

ネル及び変調ターボ復号器64と同様に、SISO型の復号器を接続してターボ復号を行うものである。チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124は、後に詳述するが、A/D121から供給されるデジタルチャンネル信号D113を入力してターボ復号を行い、復号結果を軟出力又は硬出力の出力データD116として外部に出力する。

【0193】ここで、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124について図14を用いて詳述する。

【0194】チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124は、同図に示すように、記録系におけるプリコード115の前段から再生系における等化器119における出力までのチャンネル応答に対する復号を行うSISO型の復号器であるチャンネルSISO復号器131と、入力したデータの順序を元に戻すデインターリーバ133、138と、入力したデータに対して変調復号を施すSISO型の復号器である変調SISO復号器134と、入力したデータの順序を並べ替えるインターリーバ136、141と、入力したデータに対して誤り訂正軟復号を施す誤り訂正軟復号器139と、情報ビットに対する事前確率情報として入力するデータを切り替えるための切替スイッチ142と、4つの差分器132、135、137、140とを有する。

【0195】チャンネル復号手段であるチャンネルSISO復号器131は、A/D121から供給された軟入力であるデジタルチャンネル信号D113と、インターリーバ136から供給された軟入力である情報ビットに対する事前確率情報信号D127又は値が“0”である情報ビットに対する事前確率情報信号D133のうち、切替スイッチ142により選択された事前確率情報信号D134とを入力し、記録系におけるプリコード115の前段から再生系における等化器119における出力までのチャンネル応答に対応するトレリスに基づいて、上述したBCJRアルゴリズムやSOVAアルゴリズム等に基づく軟出力復号を行う。ここで、プリコード115によるプリコード前のインターリーブデータD105をC

(t) ($0 \leq t \leq N$)と表すと、チャンネルSISO復号器131は、このC(t)に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(C(t)=1)/P(C(t)=0))$ を算出し、この対数事後確率比をチャンネル復号信号D121として後段の差分器132に供給する。

【0196】差分器132は、チャンネルSISO復号器131から供給されて軟入力とされるチャンネル復号信号D121と、インターリーバ136から供給されて軟入力とされる事前確率情報信号D127との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求まる情報ビットに対する外部情報であるチャンネル外部情報信号D122として後段のデインターリーバ133に軟出力として出力する。なお、このチャンネル外部

51

情報信号 D122 は、記録系におけるインターリーブ 114 によりインターリーブされたインターリーブデータ D105 に対応するものである。

【0197】第1の逆撹拌手段であるデインターリーブ 133 は、記録系におけるインターリーブ 114 によりインターリーブされたインターリーブデータ D105 のビット配列を、それぞれ、元の変調符号化データ D104 のビット配列に戻すように、差分器 132 から供給される軟入力の変調外部情報信号 D122 に所定単位、例えば、変調符号ブロック単位でデインターリーブ 10 を施す。デインターリーブ 133 は、デインターリーブして得られたデータを変調 SISO 復号器 134 における符号ビットに対する事前確率情報であるデインターリーブ信号 D123 として、変調 SISO 復号器 134 及び差分器 135 に供給する。

【0198】変調復号手段である変調 SISO 復号器 134 は、記録系における変調符号化器 113 により符号化された信号を復号するものであり、SISO 型の変調復号器である。ここで、変調符号化器 113 により符号化率が $R=K/N$ の変調符号化が施され、変調符号化器 20 113 による変調符号化後の変調符号化データ D104 を $M(t)$ ($0 \leq t < N$)、変調符号化器 113 による変調符号化前のインターリーブデータ D103 を E

(t) ($0 \leq t < L$) と表すものとする。変調 SISO 復号器 134 は、デインターリーブ 133 から供給される軟入力であるデインターリーブ信号 D123 を入力するとともに、インターリーブ 141 から供給される軟入力であるインターリーブ信号 D132 を入力し、制約条件に対応したトレリスを用いて、 $M(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(M(t)=1)/P(M(t)=0))$ と、 $E(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(E(t)=1)/P(E(t)=0))$ とを算出する。そして、変調 SISO 復号器 134 は、 $M(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比を変調チャンネル復号信号 D124 として差分器 135 に供給するとともに、 $E(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比を変調復号信号 D125 として差分器 137 に供給する。

【0199】差分器 135 は、変調 SISO 復号器 134 から供給されて軟入力とされる変調チャンネル復号信号 D124 と、デインターリーブ 133 から供給されて軟入力とされるデインターリーブ信号 D123 との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求まる符号ビットに対する外部情報である変調誤り訂正外部情報信号 D126 として後段のインターリーブ 136 に軟出力として出力する。

【0200】第3の撹拌手段であるインターリーブ 136 は、差分器 135 から供給された軟入力である変調誤り訂正外部情報信号 D126 に対して、記録系におけるインターリーブ 114 と同一の撹拌位置情報に基づいた 50

52

所定単位、例えば、変調符号ブロック単位でのインターリーブを施す。インターリーブ 136 は、インターリーブして得られたデータをチャンネル SISO 復号器 131 における情報ビットに対する事前確率情報信号 D127 として、チャンネル SISO 復号器 131 及び差分器 132 に供給する。

【0201】差分器 137 は、変調 SISO 復号器 134 から供給されて軟入力とされる変調復号信号 D125 と、インターリーブ 141 から供給されて軟入力とされるインターリーブ信号 D132 との差分値を求め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求まる情報ビットに対する外部情報である変調外部情報信号 D128 として後段のデインターリーブ 138 に軟出力として出力する。なお、この変調外部情報信号 D128 は、記録系におけるインターリーブ 112 によりインターリーブされたインターリーブデータ D103 に対応するものである。

【0202】第2の逆撹拌手段であるデインターリーブ 138 は、記録系におけるインターリーブ 112 によりインターリーブされたインターリーブデータ D103 のビット配列を、それぞれ、元の誤り訂正符号化データ D102 のビット配列に戻すように、差分器 137 から供給される軟入力の変調外部情報信号 D128 にビット単位でデインターリーブを施す。デインターリーブ 138 は、デインターリーブして得られたデータを誤り訂正軟復号器 139 における符号ビットに対する事前確率情報であるデインターリーブ信号 D129 として、誤り訂正軟復号器 139 及び差分器 140 に供給する。

【0203】誤り訂正復号手段である誤り訂正軟復号器 139 は、デインターリーブ 138 から供給された軟入力であるデインターリーブ信号 D129 に対して、上述した BCJR アルゴリズムや SOVA アルゴリズム等に基づく誤り訂正符号の軟復号を行う。ここで、記録系における誤り訂正符号化器 111 による誤り訂正符号化後の誤り訂正符号化データ D102 を $E(t)$ ($0 \leq t < L$)、誤り訂正符号化器 111 による誤り訂正符号化前の入力データ D101 を $I(t)$ ($0 \leq t < K$) と表すものとする。誤り訂正軟復号器 139 は、 $E(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(E(t)=1)/P(E(t)=0))$ を算出し、この対数事後確率比を誤り訂正復号信号 D130 として差分器 140 に供給するとともに、 $I(t)$ に対する事後確率情報である対数事後確率比 $\log(P(I(t)=1)/P(I(t)=0))$ を算出し、この対数事後確率比に基づく復号結果を軟出力又は硬出力の出力データ D116 として外部に出力する。

【0204】差分器 140 は、誤り訂正軟復号器 139 から供給されて軟入力とされる誤り訂正復号信号 D130 と、デインターリーブ 138 から供給されて軟入力とされるデインターリーブ信号 D129 との差分値を求

め、この差分値で与えられるデータを符号の拘束条件により求める符号ビットに対する外部情報である誤り訂正外部情報信号D131として後段のインターリーバ141に軟出力として出力する。

【0205】第4の撹拌手段であるインターリーバ141は、差分器140から供給された軟入力である誤り訂正外部情報信号D131に対して、記録系におけるインターリーバ112と同一の撹拌位置情報に基づいたビット単位でのインターリーブを施す。インターリーバ141は、インターリーブして得られたデータを変調SISO復号器134における情報ビットに対する事前確率情報であるインターリーブ信号D132として、変調SISO復号器134及び差分器137に供給する。

【0206】切替スイッチ142は、復号の初期時には、事前確率情報信号D133である0値を供給する被選択端子cと連結することによって、チャンネルSISO復号器131における情報ビットに対する事前確率情報信号D134として、事前確率情報信号D133を選択する。そして、切替スイッチ142は、それ以降では、インターリーバ136から供給される事前確率情報信号D127を供給する被選択端子dと連結し、事前確率情報信号D134として、事前確率情報信号D127を選択する。

【0207】このように構成されるチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124は、上述した磁気記録再生装置におけるチャンネル及び変調ターボ復号器64と同様に、記録系における誤り訂正符号化器111、変調符号化器113及びプリコード115のそれぞれに対応する誤り訂正軟復号器139、変調SISO復号器134及びチャンネルSISO復号器131を備えることによって、復号複雑度が高い符号を複雑度の小さい要素に分解し、チャンネルSISO復号器131、変調SISO復号器134及び誤り訂正軟復号器139の間の相互作用により特性を逐次的に向上させることができる。チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124は、A/D121から供給される軟入力であるデジタルチャンネル信号D113を入力すると、チャンネルSISO復号器131乃至誤り訂正軟復号器139の復号動作を例えば数回乃至数十回といった所定の回数だけ反復して行い、所定の回数の復号動作の結果得られた軟出力の対数事後確率比を、軟出力の出力データD116としてそのまま外部に出力するか、若しくは、図示しない2値化回路により2値化して硬出力の出力データD116として外部に出力する。

【0208】このような磁気記録再生装置110における再生系は、記録媒体70に記録されているデータを再生する場合には、読み出しヘッド118、等化器119、利得調整回路120及びA/D121を経て生成された軟入力とされるデジタルチャンネル信号D113に対して、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器12

4によりターボ復号を行い、記録系における誤り訂正符号化器111に入力された入力データD101に対応する出力データD116を生成して出力する。

【0209】このように、磁気記録再生装置110における再生系は、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124を備えて、記録系における誤り訂正符号化器111、変調符号化器113及びプリコード115のそれぞれに対応する誤り訂正軟復号器139、変調SISO復号器134及びチャンネルSISO復号器131の間でターボ復号を行うことによって、チャンネル応答、変調符号化及び誤り訂正符号化に対応する復号を実現することができる。

【0210】以上のように、磁気記録再生装置110は、記録系において、誤り訂正符号化器111の後段にインターリーバ112を備えるとともに、変調符号化器113の後段にインターリーバ114を備えて、誤り訂正符号化器111と変調符号化器113とプリコード115との間で縦列接続符号による符号化を行い、再生系において、チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器124を備えて、ターボ復号を行うことによって、高性能の符号化を実現するとともに、この符号に対する全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよいターボ復号を行うことができ、情報を削減する必要がないことから、結果として復号誤り率を大幅に低下させることが可能となる。その上、磁気記録再生装置110は、記録系において前後のデータに相関を持たせて符号化を行うとともに、再生系において制約条件に対応したトレリス復号を行うことができることから、回路規模を削減することができ且つ復号誤り率をさらに低下させることが可能となる。

【0211】以上説明したように、上述した磁気記録再生装置50、110は、それぞれ、高性能の符号化を実現し、この符号に対する全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよいターボ復号を行うことができ、復号誤り率を低下させることができる。特に、磁気記録再生装置110は、ブロック単位での符号化及び復号を行わずに、前後のデータに相関を持たせて符号化するとともに、制約条件に対応したトレリス復号を行うことによって、回路規模が削減されるとともに、復号誤り率をさらに低下させることが期待できる。すなわち、磁気記録再生装置50、110は、それぞれ、高精度の符号化及び復号システムを実現するものであり、ユーザに高い信頼性を提供することができるものである。

【0212】なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、例えば、上述した記録媒体70としては、磁気記録方式によるもの以外にも、いわゆるCD (Compact Disc) やDVD (Digital Versatile Disk) 等の光記録方式による記録媒体又はいわゆるMO (Magneto Optical) 等の光磁気記録方式による記録媒体であっても容易に適用可能であることは勿論である。

【0213】また、上述した実施の形態では、磁気記録再生装置 110 として、符号化側でトレリス変調符号化を行うとともに、復号側でトレリス変調復号を行うものとして説明したが、本発明は、例えば、磁気記録再生装置 50 における変調符号化器 53 のように、符号化側でブロック変調を行うといった場合等、符号化側でトレリス変調符号化を行わない場合であっても、復号側で制約条件に対応した復号、より具体的にはトレリス変調復号を行い、軟判定値を出力する場合でも適用することができる。

【0214】さらに、上述した実施の形態では、磁気記録再生装置 50、110 として、記録系と再生系とを備えた単体の装置であるものとして説明したが、記録媒体に対してデータを記録する記録系として単体の記録装置を構成し、この記録装置により記録媒体に記録されたデータを再生する再生系を単体の再生装置として構成してもよい。

【0215】以上のように、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

【0216】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明にかかるデータ記録装置は、記録媒体に対してデータを記録するデータ記録装置であって、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、この誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、この第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、この変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備える。

【0217】したがって、本発明にかかるデータ記録装置は、第 1 の攪拌手段によって、誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替え、第 2 の攪拌手段によって、変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替えることによって、高性能の符号化を実現することができる。

【0218】また、本発明にかかるデータ記録方法は、記録媒体に対してデータを記録するデータ記録方法であって、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、この誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌工程と、この第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、この変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌工程とを備える。

【0219】したがって、本発明にかかるデータ記録方法は、第 1 の攪拌工程にて、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替え、第 2 の攪拌工程にて、変調符号化工程にて符号化がなされた

データの順序を攪拌して並べ替えることによって、高性能の符号化を実現することが可能となる。

【0220】さらに、本発明にかかるデータ再生装置は、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、この誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌手段と、この第 1 の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、この変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の攪拌手段とを備え、記録媒体に対してデータを記録する記録機器により記録されたデータを再生するデータ再生装置であって、第 2 の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の逆攪拌手段と、この第 1 の逆攪拌手段から供給されたデータを変調復号する変調復号手段と、第 2 の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号手段から出力されたデータと第 1 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第 3 の攪拌手段と、第 1 の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第 2 の逆攪拌手段と、この第 2 の逆攪拌手段から供給されたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号手段と、第 1 の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第 2 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第 4 の攪拌手段とを備える。

【0221】したがって、本発明にかかるデータ再生装置は、第 1 の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号手段により復号し、第 3 の攪拌手段によって、変調復号手段から出力されたデータと第 1 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第 2 の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号手段により復号し、第 4 の攪拌手段によって、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第 2 の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替えることによって、全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよい復号を行うことができ、復号誤り率を大幅に低下させることができる。

【0222】さらにまた、本発明にかかるデータ再生方法は、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、この誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第 1 の攪拌工程と、この第 1 の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、この変調符号化工程にて符号化がなされたデータの

10

20

30

40

50

順序を攪拌して並べ替える第2の攪拌工程とを備え、記録媒体に対してデータを記録する記録方法により記録されたデータを再生するデータ再生方法であって、第2の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌工程と、この第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータを変調復号する変調復号工程と、第2の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌工程と、第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌工程と、この第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号工程と、第1の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌工程とを備える。

【0223】したがって、本発明にかかるデータ再生方法は、第1の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号工程にて復号し、第3の攪拌工程にて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号工程にて復号し、第4の攪拌工程にて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替えることによって、全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよい復号を行うことができ、復号誤り率を大幅に低下させることが可能となる。

【0224】また、本発明にかかるデータ記録再生装置は、記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生装置であって、記録媒体に対してデータを記録する記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化手段と、この誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第1の攪拌手段と、この第1の攪拌手段から供給されたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化手段と、この変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替える第2の攪拌手段とを備え、記録媒体に記録されているデータを再生する再生系として、第2の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌し

て並べ替える第1の逆攪拌手段と、この第1の逆攪拌手段から供給されたデータを変調復号する変調復号手段と、第2の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号手段から出力されたデータと第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌手段と、第1の攪拌手段により並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化手段により符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌手段と、この第2の逆攪拌手段から供給されたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号手段と、第1の攪拌手段と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第2の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌手段とを備える。

【0225】したがって、本発明にかかるデータ記録再生装置は、記録媒体に対してデータを記録する場合には、第1の攪拌手段によって、誤り訂正符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の攪拌手段によって、変調符号化手段から供給されたデータの順序を攪拌して並べ替え、記録媒体に記録されているデータを再生する場合には、第1の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号手段により復号し、第3の攪拌手段によって、変調復号手段から出力されたデータと第1の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の逆攪拌手段により攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号手段により復号し、第4の攪拌手段によって、誤り訂正復号手段から出力されたデータと第2の逆攪拌手段から出力されたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替えることによって、高性能の符号化を実現することができるとともに、この符号に対する全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよい復号を行うことができ、復号誤り率を大幅に低下させることができる。

【0226】さらに、本発明にかかるデータ記録再生方法は、記録媒体に対するデータの記録及び再生を行うデータ記録再生方法であって、記録媒体に対してデータを記録する記録系として、入力したデータに対して誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号化工程と、この誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第1の攪拌工程と、この第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して所定の変調符号化を施す変調符号化工程と、この変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替える第2の攪拌工程とを備え、記録媒体に記録されているデータを再生する再生系として、第2の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、変調符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータ

の順序を攪拌して並べ替える第1の逆攪拌工程と、この第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータを変調復号する変調復号工程と、第2の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第3の攪拌工程と、第1の攪拌工程にて並べ替えられたデータのビット配列を、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータのビット配列に戻すように、入力したデータの順序を攪拌して並べ替える第2の逆攪拌工程と、この第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータに対して誤り訂正符号の復号を行う誤り訂正復号工程と、第1の攪拌工程と同一の攪拌位置情報に基づいて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替える第4の攪拌工程とを備える。

【0227】したがって、本発明にかかるデータ記録再生方法は、記録媒体に対してデータを記録する場合には、第1の攪拌工程にて、誤り訂正符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の攪拌工程にて、変調符号化工程にて符号化がなされたデータの順序を攪拌して並べ替え、記録媒体に記録されているデータを再生する場合には、第1の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを変調復号工程にて復号し、第3の攪拌工程にて、変調復号工程にて復号がなされたデータと第1の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替え、第2の逆攪拌工程にて攪拌されて並べ替えられたデータを誤り訂正復号工程にて復号し、第4の攪拌工程にて、誤り訂正復号工程にて復号がなされたデータと第2の逆攪拌工程にて並べ替えられたデータとの差分値で与えられるデータの順序を攪拌して並べ替えることによって、高性能の符号化を実現することが可能となるとともに、この符号に対する全ての復号処理について軟情報を利用した効率のよい復号を行うことができ、復号誤り率を大幅に低下させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態として示す磁気記録再生装置の記録系に適用するビット単位でのインターリーブを施すインターリーブにおける入出力例を説明する図である。

【図2】同磁気記録再生装置の記録系に適用するビット単位でのインターリーブを施すインターリーブにおける動作を説明する図である。

【図3】同磁気記録再生装置の記録系に適用する変調符号ブロック単位でのインターリーブを施すインターリー

バにおける入出力例を説明する図である。

【図4】同磁気記録再生装置の記録系に適用する変調符号ブロック単位でのインターリーブを施すインターリーブにおける動作を説明する図である。

【図5】同磁気記録再生装置の再生系に適用する復号器における入出力例を説明する図である。

【図6】同磁気記録再生装置の再生系に適用する復号器の構成を説明するブロック図である。

【図7】同磁気記録再生装置の構成を説明するブロック図である。

【図8】同磁気記録再生装置の再生系に備えられるチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器の構成を説明するブロック図である。

【図9】(d, k) = (0, 2) 制限を満たす符号を生成するための状態遷移図を説明する図である。

【図10】図9に示す状態遷移図にしたがって3回状態遷移した際のトレリスを説明する図である。

【図11】図10に示すトレリスから枝の選択を行って構成されたトレリスを説明する図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態として示す磁気記録再生装置の記録系に適用する符号化器の構成を説明するブロック図である。

【図13】同磁気記録再生装置の構成を説明するブロック図である。

【図14】同磁気記録再生装置の再生系に備えられるチャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器の構成を説明するブロック図である。

【図15】従来の変調符号化器における入出力例を説明する図である。

【図16】従来の変調復号器の構成を説明するブロック図である。

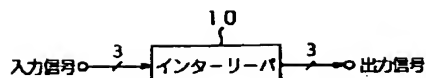
【図17】他の従来の変調復号器の構成を説明するブロック図である。

【図18】従来磁気記録再生装置の構成を説明するブロック図である。

【符号の説明】

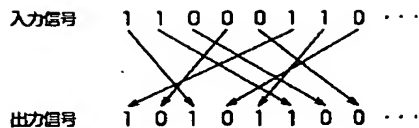
10, 20, 52, 54, 86, 91, 112, 114, 136, 141 インターリーブ、30, 40 復号器、41, 41, 41, 41, 41, 41, 尤度算出回路、50, 110 磁気記録再生装置、51, 111 誤り訂正符号化器、53, 113 変調符号化器、55, 115 プリコード、64, 124 チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器、70 記録媒体、81, 131 チャンネルSISO復号器、83, 88, 133, 138 デインターリーブ、84, 134 変調SISO復号器、89, 139 誤り訂正軟復号器、100 符号化器

【図 1】



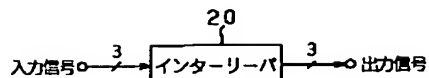
インターリーバにおける入出力例

【図 2】



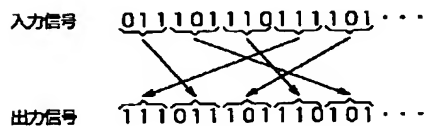
インターリーバにおける動作の説明図

【図 3】



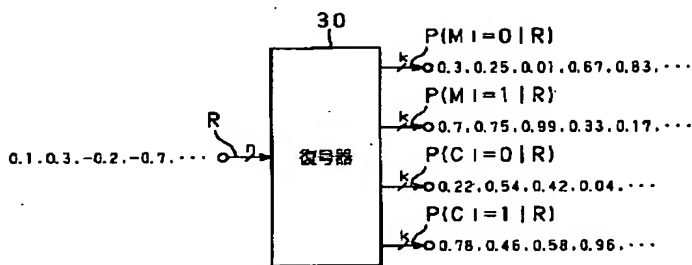
インターリーバにおける入出力例

【図 4】



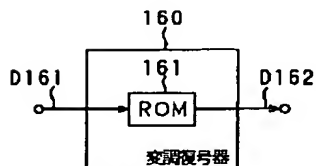
インターリーバにおける動作の説明図

【図 5】



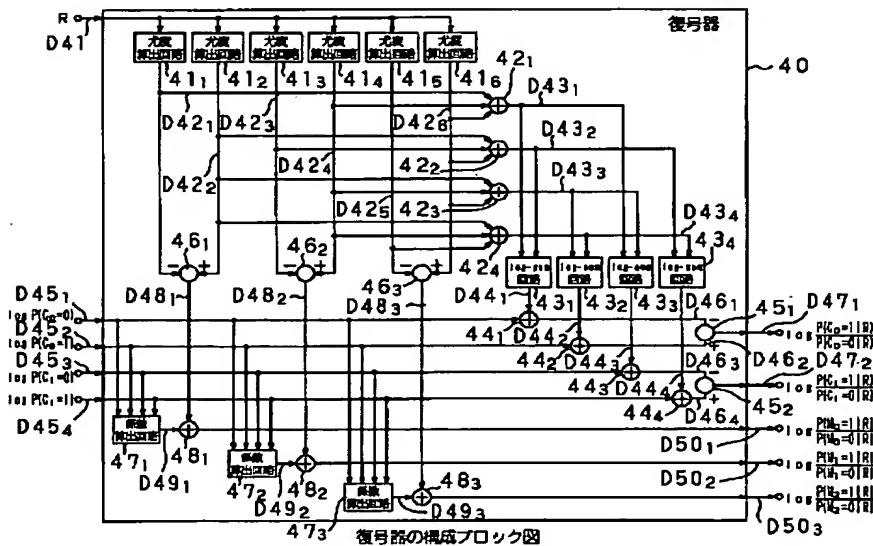
復号器における入出力例

【図 16】



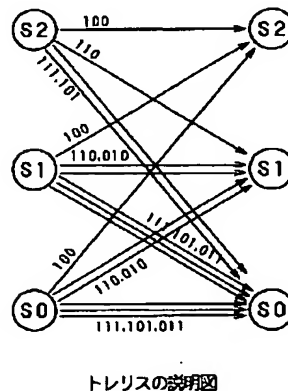
従来の変長復号器の構成ブロック図

【図 6】



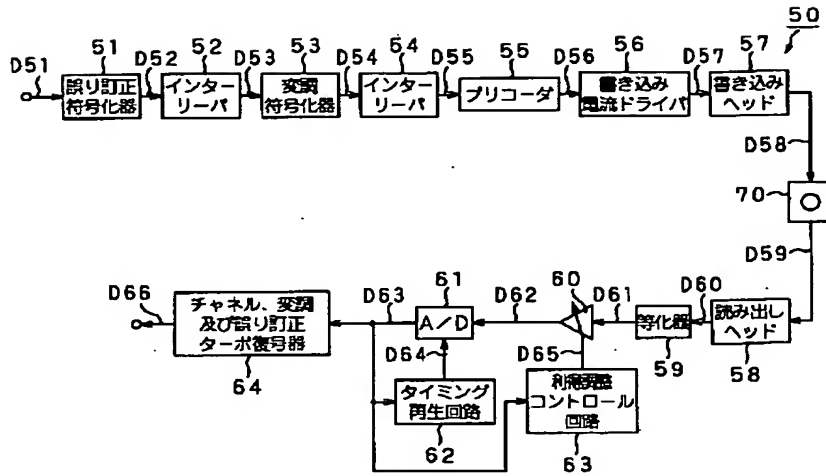
復号器の構成ブロック図

【図 10】



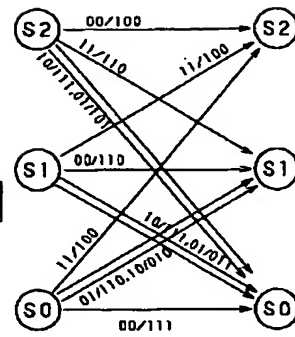
トレリスの説明図

【図 7】



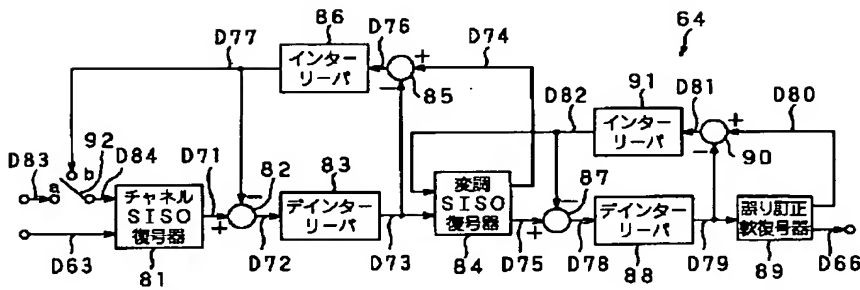
磁気記録再生装置の構成ブロック図

【図 11】



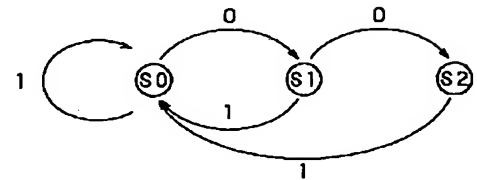
トレリスの説明図

【図 8】



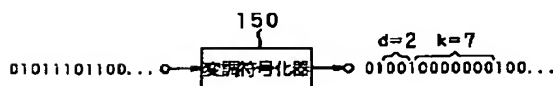
チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器の構成ブロック図

【図 9】



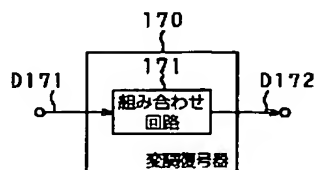
状態遷移図の説明図

【図 15】



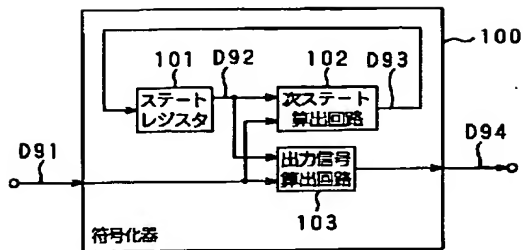
従来の変調符号化器における入出力例

【図 17】



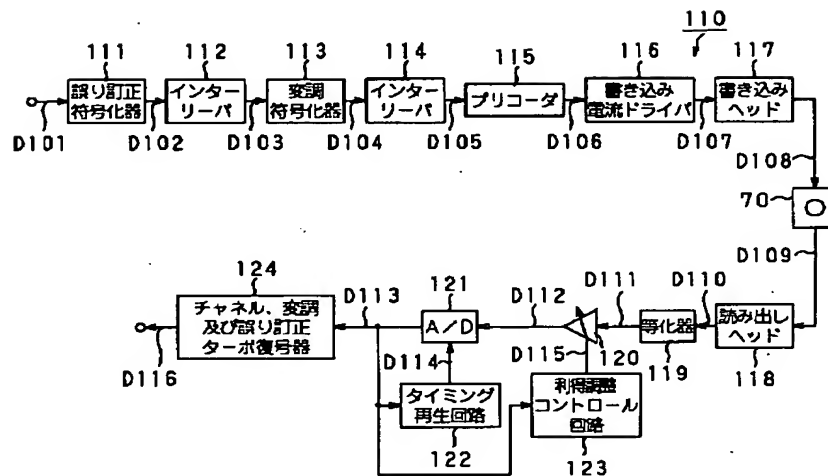
従来の変調復号器の構成ブロック図

【図 12】



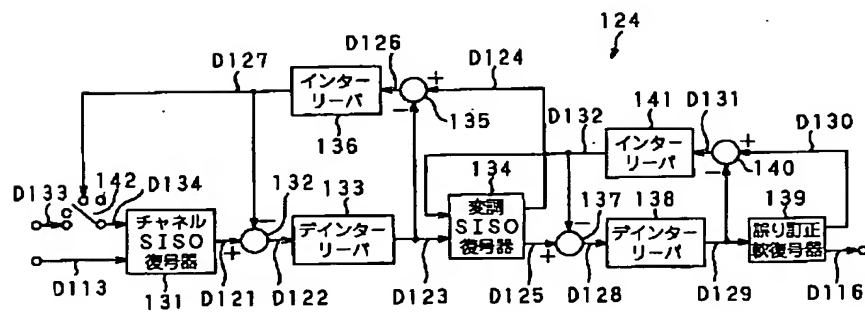
符号化器の構成ブロック図

【図 13】



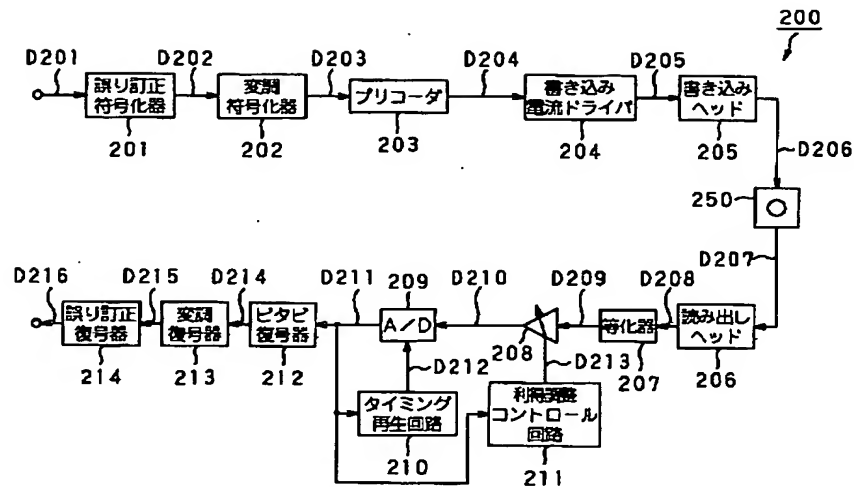
磁気記録再生装置の構成ブロック図

【図 14】



チャンネル、変調及び誤り訂正ターボ復号器の構成ブロック図

【図 18】



従来の磁気記録再生装置の構成ブロック図

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
13/13		13/13	
13/25		13/25	
13/27		13/27	
13/29		13/29	

(72) 発明者 村山 淳
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
 ー株式会社内

F ターム (参考) 5D044 BC01 BC02 CC01 CC04 DE69
 DE83 DE84 FG04 FG06 GL01
 GL02 GL20 GL31 GM02
 5J065 AD10 AG05 AG06 AH07